

SÉRIE A N° 320

N° D'ORDRE
979

THÈSES

PRÉSENTÉES

A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE PARIS

POUR OBTENIR

LE GRADE DE DOCTEUR ÈS SCIENCES NATURELLES

PAR

M. E. PERROT

CHEF DES TRAVAUX MICROGRAPHIQUES A L'ÉCOLE DE PHARMACIE DE PARIS

1^{re} THÈSE. — ANATOMIE COMPARÉE DES GENTIANACÉES.

2^e THÈSE. — PROPOSITIONS DONNÉES PAR LA FACULTÉ.

Soutenues le *16* Février 1899 devant la Commission d'examen.

MM.	GASTON BONNIER.....	<i>Président.</i>
	MUNIER-CHALMAS.....	} <i>Examineurs.</i>
	GIARD	

PARIS

MASSON ET C^{ie}, ÉDITEURS

LIBRAIRES DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE
120, Boulevard Saint-Germain

—
1899

SÉRIE A N° 320

N° D'ORDRE
979

THÈSES

PRÉSENTÉES

A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE PARIS

POUR OBTENIR

LE GRADE DE DOCTEUR ÈS SCIENCES NATURELLES

PAR

M. E. PERROT

CHEF DES TRAVAUX MICROGRAPHIQUES A L'ÉCOLE DE PHARMACIE DE PARIS

1^{re} THÈSE. — ANATOMIE COMPARÉE DES GENTIANACÉES.

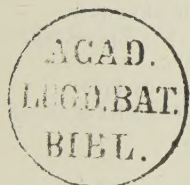
2^e THÈSE. — PROPOSITIONS DONNÉES PAR LA FACULTÉ.

Soutenues le ¹⁰ Février 1899 devant la Commission d'examen.

MM. GASTON BONNIER..... *Président.*

MUNIER-CHALMAS..... } *Examineurs.*

GIARD..... }



PARIS

MASSON ET C^{ie}, ÉDITEURS

LIBRAIRES DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE
120, Boulevard Saint-Germain

1899

UNIVERSITÉ DE PARIS

FACULTÉ DES SCIENCES DE PARIS

MM.

Doyen G. DARBOUX, Professeur. Géométrie supérieure.
Professeur honoraire.... Ch. HERMITE.

	DE LACAZE-DUTHIERS. Zoologie, Anatomie, Physiologie comparée.
	TROOST Chimie.
	FRIEDEL..... Chimie organique.
	LIPPMANN..... Physique.
	HAUTEFEUILLE..... Minéralogie.
	BOUTY..... Physique.
	APPELL..... Mécanique rationnelle.
	DUCLAUX Chimie biologique.
	BOUSSINESQ..... Physique mathématique et Calcul des probabilités.
	PICARD Analyse supérieure et Algèbre supérieure.
Professeurs	H. POINCARÉ..... Astronomie mathématique et Mécanique céleste.
	Y. DELAGE Zoologie, Anatomie, Physiologie comparées.
	Gaston BONNIER..... Botanique.
	DASTRE..... Physiologie.
	DITTE..... Chimie.
	MUNIER-CHALMAS..... Géologie.
	GIARD..... Zoologie. Évolution des êtres organisés.
	WOLF Astronomie physique.
	KOENIGS. Mécanique physique et expérimentale.
	VÉLAIN..... Géographie physique.
	GOURSAT..... Calcul différentiel et calcul intégral.
Professeurs adjoints ...	{ CHATIN..... Zoologie, Anatomie, Physiologie comparée.
	{ PELLAT..... Physique.
	{ PUISEUX..... Mécanique et Astronomie.
Secrétaire	FOUSSEREAU.

A

M. LE PROFESSEUR LÉON GUIGNARD

MEMBRE DE L'INSTITUT

Hommage respectueux.



Digitized by the Internet Archive
in 2026

ANATOMIE COMPARÉE DES GENTIANACÉES

Par M. E. PERROT.

INTRODUCTION

Le but de ce mémoire est de faire connaître les recherches que nous avons entreprises sur la structure anatomique et les affinités des Gentianacées. Notre intention n'est pas pour le moment de faire intervenir nos résultats dans la systématique des espèces; nous nous contenterons de décrire les particularités histologiques des différents genres, de montrer leurs affinités réciproques et d'énoncer les caractères généraux de la famille.

Il n'est pas douteux que la morphologie interne ne puisse donner, dans beaucoup de cas, d'excellents renseignements pour la classification des espèces; mais l'importance des résultats qu'elle fournit est encore plus grande, s'il s'agit de chercher à élucider certains problèmes biologiques ou de dégager les relations phylogénétiques des groupes plus élevés.

La constitution anatomique générale des végétaux et les modifications principales de leurs tissus sont aujourd'hui bien connues; il en est de même de l'anatomie comparée des différents membres des plantes.

Quelques anatomistes accordent à l'histologie une influence prépondérante en taxinomie; nous n'entrerons pas

ici dans les discussions soulevées à cet égard par les partisans absolus des deux écoles morphologiste et anatomiste. Nous pensons, avec beaucoup de botanistes, que le nombre des monographies anatomiques est encore trop restreint pour qu'il soit possible d'émettre sur ce sujet une opinion suffisamment fondée, mais que les caractères tirés de la morphologie interne doivent s'ajouter aux caractères morphologiques externes dans une classification réellement scientifique.

Il ne suffit donc plus, à notre avis, de faire l'étude comparée d'un organe de la plante, ni de décrire anatomiquement quelques espèces d'une famille : il devient nécessaire d'étendre les recherches à tous les genres d'une même famille. On établira, de cette manière, une sorte de monographie anatomique comparée des différentes parties constitutives de la plante. C'est par là, seulement, que les résultats obtenus pourront rester définitivement acquis ; et, quand de semblables travaux auront embrassé la plupart des familles qui composent les grandes divisions du règne végétal, leur synthèse fournira vraisemblablement l'explication d'un grand nombre de faits intéressants. Il est certain que l'utilité de ces recherches ne sera pas moins grande pour le physiologiste et le biologiste que pour le botaniste classificateur.

Les variations anatomiques ne se manifestent jamais sous l'influence des agents physiques d'une façon identique dans les plantes, car elles ont à lutter contre les tendances héréditaires ; il reste toujours difficile de séparer nettement les caractères adaptationnels des caractères phylétiques, et il nous semble, malgré les résultats acquis déjà, qu'il serait prématuré de formuler une opinion bien tranchée sur cette question.

L'un des botanistes français les plus distingués, Vesque, qui fut, avec Duval-Jouve, le créateur de l'anatomie systématique, dans son mémoire sur les *Caractères des principales familles gamopétales*, laisse complètement de côté les Gen-

tianées. Certains caractères, tels que l'absence de poils sur la feuille, la répartition particulière du sable cristallin d'oxalate de calcium dans les divers organes, n'avaient probablement pas permis à cet éminent botaniste d'obtenir des applications taxinomiques aussi tangibles que dans les familles voisines.

Ce fait attirera notre attention, et nous avons entrepris cette étude, encouragé par Vesque lui-même, et surtout par notre excellent maître, M. le professeur Guignard, à qui nous sommes profondément heureux de dédier ce travail, en lui adressant l'expression de notre respectueuse reconnaissance pour ses bienveillants conseils.

ORIGINE DES ÉCHANTILLONS.

L'obligeance de nombreux correspondants nous a permis de nous procurer des échantillons frais des provenances les plus diverses. Nous avons eu, en excellent état, presque toutes les espèces d'Europe ainsi que certaines espèces d'Amérique, de l'Inde, du Japon et même de l'Australie, mais nous n'avons malheureusement rien reçu de l'Afrique australe.

Nous remercions bien sincèrement toutes les personnes qui ont si obligeamment répondu à notre appel et principalement MM. les professeurs *Flahault* de Montpellier, *Lachmann* de Grenoble, *Farlow* de Cambridge, *Ikeno* de Tokio, *Jaccard* de Lausanne, *Haberlandt* de Graz, *Schröter* de Zurich, *de Wettstein* de Prague, ainsi que nos confrères MM. *Chabert*, *Derbez*, *Gadeceau*, *Gautier*, *Saint-Lager*, etc., de France, *Correvon* et *Romieux* de Genève, *Gilg* de Berlin, *H. Moeller* de Lund, *Vrang* d'Upsal, *Theodorescu* d'Iassy, *Prain* de Calcutta, M. le directeur du Jardin botanique de Saint-Pétersbourg, etc.

Ajoutons à cette liste le nom du professeur *F. v. Mueller* qui nous a fait parvenir, quelque temps avant sa mort, une collection presque complète des Gentianées d'Australie. La

plupart des échantillons secs, provenant de l'herbier du Muséum, sont dus à l'obligeance de M. le professeur *Bureau* et à l'amabilité de notre ami *Danguy*, qui a bien voulu nous servir de guide dans les collections de cet établissement ; enfin, nous transmettons tout particulièrement notre gratitude à M. *Franchet*, qui s'est départi, en notre faveur, d'un grand nombre de Gentianées de la Chine, étudiées et classées par ses soins.

TECHNIQUE. — DIVISION DU TRAVAIL.

Les recherches ont porté sur tous les organes de la plante, autant que les échantillons l'ont permis ; dans tous les cas, nous avons toujours pu faire l'histologie de la tige et de la feuille. Toutes les espèces européennes ont été étudiées sur des matériaux frais, de provenances diverses, après contrôle des déterminations de nos correspondants.

Nous diviserons ce travail de la façon suivante :

PREMIÈRE PARTIE

Étude générale des Gentianées.

CHAP. I^{er}. — *Morphologie externe comparée.*

§ 1^{er}. Organes végétatifs. — § 2. Organes floraux.

CHAP. II. — *Morphologie interne comparée.*

§ 1. Racine. — § 2. Tige souterraine. — § 3. Tige aérienne.
— § 4. Pétiole. — § 5. Feuille. — § 6. Pièces florales.

CHAP. III. — *Distribution géographique.*

CHAP. IV. — *Classification.*

DEUXIÈME PARTIE

Description anatomique des genres.

CHAP. I^{er}. — Sous-familles des *Gentianoïdées*.

CHAP. II. — des *Menyanthoïdées*.

TROISIÈME PARTIE

Synthèse des résultats.

CHAP. I^{er}. — *Caractères anatomiques généraux.*

§ 1. Gentianoïdées. — § 2. Ményanthoïdées.

CHAP. II. — *Considérations générales anatomiques et biologiques.*

CHAP. III. — *Affinités des Gentianacées.*

La première partie renferme l'exposé de toutes nos connaissances, concernant la famille qui nous occupe; les comparaisons anatomiques qui ressortent de l'ensemble de notre travail font seules l'objet d'une description détaillée.

La deuxième partie est entièrement réservée à l'étude anatomique de chaque genre.

La troisième partie comprend le résumé de nos recherches et les aperçus généraux qui en découlent.

PREMIÈRE PARTIE

ÉTUDE GÉNÉRALE SUR LES GENTIANÉES

Cette première partie est le résumé succinct de nos connaissances sur les Gentianées. Nous avons cru devoir rappeler d'abord brièvement les caractères tirés de la morphologie extérieure; nous exposons ensuite la synthèse des résultats obtenus par l'étude de l'anatomie des genres, qui constitue le deuxième chapitre; et nous terminons par un aperçu de la distribution géographique et un exposé de la classification que nous avons suivie.

CHAPITRE PREMIER

MORPHOLOGIE EXTERNE COMPARÉE.

PRINCIPALES INDICATIONS BIBLIOGRAPHIQUES. — *Endlicher*, Gen., p. 599. — *Grisebach*, Gen. et spec. Gent., 1839. — *Grisebach*, in D.C. Prodr., IX, 38. — *D. Don*, in Trans. Linn. Soc., XVII, 503. — *Benth.* et *Hook.*, Gen. Plant., II, 799. — *Progel* in *Martius*, Fl. Brasil., VI, 197. — *Baillon*, Hist. Plant., X, 113. — *Bentham*, Fl. Austral., 369. — *F. v. Müller*, Census, 1889, 151. — *Miguel*, Fl. Ind. Batav., II, 553. — *Clarke* in *Hooker*, Fl. brit. India, IV, 93. — *Grisebach*, Fl. brit. West Indian Isl., 422. — *Boissier*, Fl. Orient., IV, 64. — *A. Gray*, Synopt. Fl. North. Amer., I, 110. — *Franchet* et *Savatier*, Énum. Pl. Japon, I, 322. — *Forbes* et *Hemsley*, Index Fl. chin. in J. of the Linn. Soc., XXVI, 122. — *Engler*, Hochgebirgsflora trop. Afrika, 335. — *Schinz*, in Vierteljahrsschrift d. naturf. Gesellsch. in Zürich, XXXVI, 327. — *Knoblauch*, in Bot. Centralblatt, LX, 1894, 321. — *Eichler*, Blütendiag., I, 245. — *Göbel*, in Ann. Jard. bot. Buitenzorg, IX, 120. — *O. Kuntze*, Revisio Gen., 426. — *Johow*, in Pringsheims Jarh., XVI, 415. — *Gilg* in *Engl.* et *Prantl*, Die Nat. Pfl. Lief., 120-121, p. 50. — *Kusnezow*, sous-genre *Eugentiana* Kuhn., Saint-Pétersbourg, 1894, et Acta Horti Petrop., t. XV, fasc. I, II, 1896, etc.

§ 1^{er} — Organes végétatifs.

Les Gentianacées sont rarement des sous-arbrisseaux ou des arbustes, mais presque toujours des herbes annuelles ou

vivaces; dans ce dernier cas, elles possèdent de grosses racines charnues, ou des rhizomes plus ou moins développés.

Les feuilles, jamais stipulées, sont toujours opposées, souvent non pétiolées, amplexicaules ou mieux connées; dans les petites espèces, les feuilles basilaires sont fréquemment disposées en rosette ou en touffe, et beaucoup plus grandes que les feuilles caulinaires. Chez les Ményanthoïdées, qui diffèrent complètement des Gentianoïdées, les feuilles sont isolées et parfois longuement pétiolées. Quelques espèces sont saprophytes et contiennent encore une faible quantité de chlorophylle (*Obolaria*, *Bartonia*) et leurs feuilles sont réduites à de simples écailles plus ou moins brunâtres; d'autres sont considérées comme complètement privées de chlorophylle (*Cotylanthera*, *Leiphaimos*, *Voyriella*).

La tige est généralement très dure, ligneuse, et glabre comme les feuilles; cependant de nombreuses espèces, et en particulier celles qui croissent en Chine, possèdent des papilles courtes, parfois assez développées, et donnant à la plante une apparence scabre, parfois même un peu velue. Quelques-unes sont volubiles, d'autres sont rampantes ou munies de stolons qui s'enchevêtrent les uns dans les autres, pour former un gazon plus ou moins compact.

Les fleurs régulières hermaphrodites sont isolées et terminales, ou solitaires à l'aisselle d'une bractée, ou réunies en fascicules contractés en fausses ombelles ou capitules, ou enfin plus généralement en cymes bipares plus ou moins serrées, portant fréquemment un grand nombre de fleurs; il peut arriver que les ramifications latérales se terminent en cymes unipares scorpioides ou hélicoïdes. Dans les espèces à feuilles nageantes (*Limnanthemum*), il existe des inflorescences cymeuses, sortes de fascicules contractés, qui ont fait l'objet de recherches spéciales de Göbel et R. Wagner (1); cette inflorescence prend naissance à l'aisselle

(1) Göbel, *loc. cit.* — R. Wagner, *Die Morph. des Linn. nymph.* (Bot. Zeitung, 1893, p. 189-203).

d'une feuille qui paraît terminer l'axe. Pour Göbel, il faudrait voir dans cette disposition si particulière une adaptation à la biologie spéciale de ces plantes aquatiques; la feuille, rapprochée ainsi de l'inflorescence, leur constituerait un appui solide à la surface de l'eau, et fournirait plus rapidement les sucs élaborés nécessaires au développement des organes de reproduction.

§ 2. — Organes floraux.

Les fleurs sont régulières, presque toujours construites sur le type 5, avec un ovaire toujours bicarpellé; on peut rencontrer certaines espèces 4-12-mères. Le *calice*, gamosépale, est plus ou moins profondément découpé en lobes ovales, acuminés ou obtus, à préfloraison souvent imbriquée; dans le genre *Gentiana*, le calice est fréquemment fendu longitudinalement d'un côté, et les lobes sont réunis à leur base par une membrane mince, incolore (*membr. intracalycinale*).

Les nervures sont souvent proéminentes et forment des côtes plus ou moins aliformes. Parfois, à l'intérieur du calice, on trouve des nectaires de formes diverses, généralement en couronne digitée (A, B, fig. 1).

La corolle gamopétale est régulière, sauf chez quelques Héliées et Tachiinées qui présentent une zygomorphie légère; elle est de forme extrêmement variable, parfois à tube très court, presque dialypétale et rotacée, parfois à tube assez long et infundibuliforme, campanulée, hypocratériforme, etc. Les lobes ont une préfloraison généralement tordue, le bord gauche recouvert; chez les Ményanthées, les bords de la corolle sont fréquemment réfléchis à l'intérieur, frangés, à préfloraison valvaire (P, fig. 1). La corolle des *Sweetia*, *Pleurogyne*, porte, à la base et à la face supérieure, de nombreux nectaires à bords frangés (C, D, fig. 1); les fleurs des *Halenia* ont leurs pétales munis de gibbosités ou de véritables éperons nectarifères (M, fig. 1).

L'androcée comprend un nombre d'étamines égal à celui

des lobes de la corolle, ne dépassant que rarement et à peine la longueur des pétales; toutes sont égales entre elles, sauf chez quelques Héliées, et insérées à des hauteurs

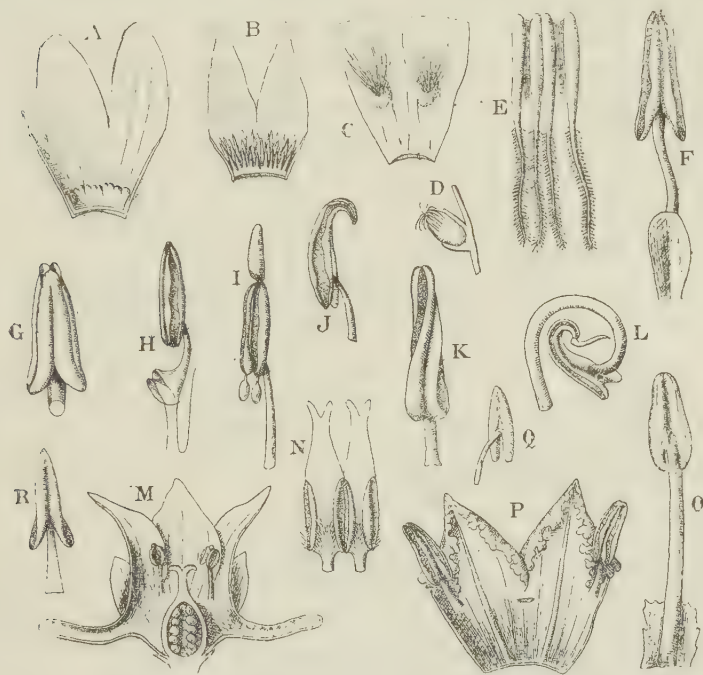


Fig. 1. — Montrant diverses particularités des trois premiers verticilles floraux (d'après Gilg, Taubert, etc.). — A, sépales avec disque nectarifère d'*Orphium frutescens*; B, coupe de la fleur chez l'*Ixanthus viscosus*; C, D, portion de corolle avec nectaires de *Sweetia perennis*. — Les autres figures représentent différentes formes d'étamines : E, *Leiphaimos Spruceana*; F, *Neurotheca læselioides*; G, divers *Exacum*; H, *Enicostemma verticillatum*; I, *Belmontia grandis*; J, *Sabatia chloroides*; K, *Orphium frutescens*; L, *Symbolanthus calygonus*; M, coupe de la fleur d'*Halenia elliptica*; N, *Hockinia montana*; O, *Canscora diffusa*; P, *Neprophyllidium crista-galli*; Q, *Senæa cœrulea*; R, *Crawfordia speciosa*.

variables depuis la base du tube jusqu'aux sinus mêmes des lobes, suivant les espèces.

Le filet est filiforme, rarement élargi à la base (F, G, O, fig. 1), et portant une sorte d'écaille ou membrane. Les anthères sont presque toujours libres, introrses, allongées, cordiformes, sagittées, basifixes et dressées, ou dorsifixes et plus ou moins mobiles. La déhiscence se fait par deux fentes

longitudinales ou deux pores apicaux (G, fig. 1) d'où partent fréquemment, au moment de l'anthèse, deux déchirures longitudinales. Chez les *Cotylanthera*, les anthères sont soudées en un tube s'ouvrant par un seul pore apical. Parfois les anthères sont accolées latéralement d'une façon plus ou moins intime, et forment une sorte de tube, mais elles sont toujours faciles à séparer sans déchirures profondes, sauf chez quelques espèces saprophytes (E, fig. 1). Le connectif est généralement très mince; dans quelques espèces, cependant, il s'élargit ou s'allonge, dépassant de beaucoup la longueur de l'anthère (N, fig. 1) et formant, au delà des deux loges, une pointe lamelleuse plus ou moins apparente. Après la déhiscence, il se produit souvent soit un enroulement (L, fig. 1), soit une torsion spiralée (K, fig. 1) soit une courbure très accentuée en arrière (J, fig. 1); enfin on peut rencontrer sur l'anthère, disposés soit au sommet, soit à la base, ou à la fois à la base et au sommet, des appendices glanduleux nectarifères (I, fig. 1).

Le pollen est le plus généralement en grains isolés, quelquefois réuni en tétrades (*Héliées*). Il est arrondi ou ellipsoïde, avec trois bandes d'amincissement de l'exine, portant en leur milieu chacune un pore germinatif. Chez les *Voyriées*, le pollen est cylindrique et courbé en arc, sans bandes germinatives apparentes; chez les *Leiphaimées*, il n'existe plus qu'un pore à l'extrémité pointue du grain qui est ovoïde; enfin, chez les *Héliées*, les tétrades n'ont pas de fentes, mais 3 pores germinatifs près la ligne de soudure avec les grains adjacents; parfois ces tétrades sont, elles-mêmes, agglutinées en masses polliniques assez considérables. Le pollen des *Ményanthoïdées* est isolé, aplati d'un côté, ce qui le caractérise nettement et lui donne une apparence triangulaire s'il est vu de face, ovoïde ou sphérique s'il est vu de profil; les pores germinatifs sont situés aux angles.

Le style est très variable; parfois il n'existe pour ainsi dire pas et n'est représenté que par un rétrécissement court de la partie supérieure de l'ovaire (A, Q, fig. 2); souvent il

est allongé, dépassant notablement la corolle, et le dimorphisme n'est pas rare : c'est même la règle générale chez les Ményanthoïdées. Les fleurs à court style et celles à long style ont donné lieu parfois à de fausses interprétations (*Hockinia montana*).

Le stigmate est sessile ou bien porté sur un long style.

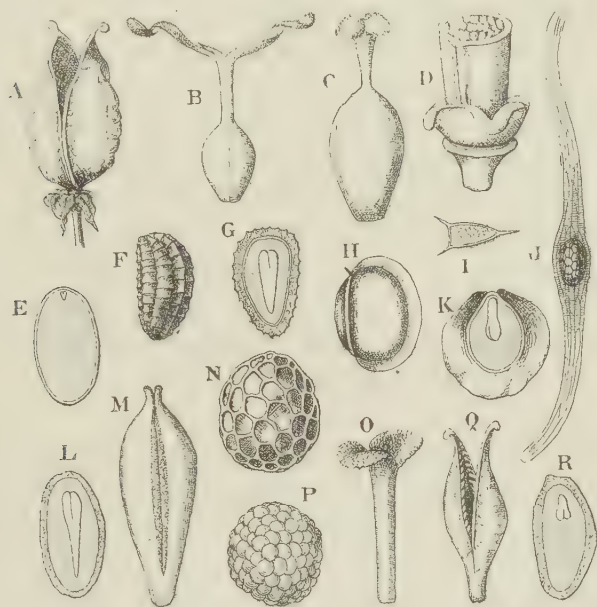


Fig. 2. — Ovaires, stigmates, capsules, graines des Gentianées (d'après Baillon, Yohow, Gilg, Perrot, etc.). — A, K, *Gentiana lutea*; B, *Sabbatia campestris*; C, *Microcala filiformis*; D, *Crawfurdia fasciculata*; E, *Halenia elliptica*; F, G, *Ixanthus viscosus*; H, I, K, *Crawfurdia japonica*; J, *Leiphaimos aphylla*; L, M, *Pleurogyne carinthiaca*; N, O, *Schultesia stenophylla*; P, *Orphium frutescens*; Q, R, *Gentiana excisa*.

Il peut être indivis, capité, recourbé en crosse, cylindroïde ou largement bilobé, et dans ce cas les lobes sont courts, épais, arrondis, réunis plus ou moins en coupe, ou bien allongés en lanières et papilleux (B, C, O, fig. 2). Pour Bentham et Hooker, la forme du stigmate a une grande importance systématique; mais Gilg pense que cette importance est extrêmement exagérée, puisqu'elle arrive à faire

éloigner des genres très voisins comme *Voyriella*, *Leiphaimos*, par exemple.

L'ovaire est formé de deux carpelles généralement antéro-postérieurs, à placentation pariétale. Les placentas sont parfois invisibles et les ovules attachés sur le pourtour de la paroi (*Sweetia*, *Pleurogyne*, etc.).

Parfois, au contraire, les bords des feuilles carpellaires sont fortement involutés à l'intérieur de la cavité ovarienne, et il arrive alors que les quatre lames placentaires, se rencontrant vers le centre, s'accolent d'une façon plus ou moins intime pour donner un ovaire d'apparence biloculaire (Voy. fig. 19, p. 163). Il sera donc bien difficile d'accorder à ce caractère une réelle importance taxinomique, car les variations sont très grandes même pour un seul genre (*Exacum*). De plus, suivant la hauteur à laquelle on considère l'ovaire, l'enroulement des placentas est plus ou moins complet, et tel ovaire, biloculaire à la partie inférieure, est uniloculaire vers le sommet (*Curtia*, *Erythraea*, etc.).

Les ovules sont ordinairement anatropes, rarement semi-anatropes, à funicule court et large; ils sont parfois encastés dans des sortes de logettes creusées dans les placentas (*Exacum*).

Les graines sont presque toujours petites, nombreuses, contournées, arrondies, ovales, à tégument crustacé, lisse ou bien avec des épaississements mamelonnés ou disposés en réseaux plus ou moins réguliers, qui, parfois, présentent l'apparence d'alvéoles (N, P, fig. 2); d'autres fois, les graines, étant assez grosses et nombreuses, s'aplatissent par pression réciproque, deviennent elliptiques et sont alors fréquemment ailées sur les bords (H, K, fig. 2).

Souvent on rencontre, à la base de l'ovaire, des disques nectarifères plus ou moins développés (D, fig. 2); mais, dans ce cas, on n'en trouve pas sur les autres verticilles floraux. Le fruit est toujours une capsule à déhiscence septicide en deux valves, dont les bords portent les placentas

et par conséquent les graines; chez quelques espèces, à ovaire nettement biloculaire (certains *Exacum*, etc.), la masse centrale des quatre placentas persiste au centre après la déhiscence de la capsule. Le fruit est une capsule bacciforme dans l'*Orphium frutescens*, très charnu et pulpeux dans le *Liparophyllum Gunnii*; dans les Ményanthoïdées, la capsule est souvent indéhiscente; enfin dans les espèces saprophytes (*Leiphaïmées*), la capsule s'ouvre latéralement par de larges déchirures. Comme nous le montrerons plus loin (fig. 19 et 20), il existe souvent un tissu mécanique de la déhiscence, et Johow a déjà fait voir que l'ouverture des valves dépend de l'état hygrométrique. Ce même auteur a surtout étudié les relations entre la graine et le fruit des *Leiphaïmées* (1), qui sont des plantes saprophytes sans chlorophylle, dont un très petit nombre de graines arrive seul à maturité; les autres avortent et se développent fréquemment en longs poils, séparant les graines dont le tégument s'étend latéralement en deux directions opposées. Il en résulte deux sortes de longues cornes (J, fig. 2), qui ne contiennent qu'un très petit nombre de cellules d'albumen. L'embryon est à peine différencié, et, chez d'autres espèces voisines, l'albumen peut manquer; presque toujours, au contraire, chez les Gentianées, l'albumen est abondant et l'embryon droit toujours très petit (E, G, K, L, R, fig. 2; fig. 1, 2, 4, 5, 6, Pl. VIII).

CHAPITRE II

MORPHOLOGIE INTERNE COMPARÉE.

On ne connaissait, jusqu'ici, sur l'anatomie comparée des Gentianées, que des observations isolées sur des particularités de structure. En 1875, Vesque (2) signale la pré-

(1) F. Johow, *Die chlorophyllfreien Humus bevohner Vest Indien* (Jahrb. f. Wiss. Bot. Pringsheim, t. LX, 1885, p. 415-449).

(2) Vesque, *Anatomie comparée de l'écorce* (Ann. Sc. nat. Bot., [6], II, 1875).

sence d'îlots libériens dans le bois des *Chironia*, et décrit la structure du *Gentiana asclepiadea* et du *Menyanthes trifoliata*; Solereder (1) étudie, en 1885, ces mêmes îlots libériens des *Chironia*, et les retrouve chez l'*Orphium frutescens*; Chodat (2), en 1892, cite aussi les Gentianées comme présentant du *xylème criblé*; Johow (3) étudie la structure de certaines *Leiphaimees* et Göbel (4) celle du pétiole de quelques *Limnanthemum*; en 1895, Gilg (5) résume les faits connus, et y ajoute quelques observations personnelles, et enfin nous avons publié, depuis quelques années, une série de notes concernant ce sujet (6).

Nous allons exposer maintenant la synthèse des résultats obtenus par l'étude anatomique, aussi complète que possible, de 250 espèces réparties dans 48 genres. Le genre *Gentiana* seul nous a fourni plus de 100 espèces, et pour quelques genres exotiques, d'ailleurs peu importants, il nous a été impossible de nous procurer des échantillons.

Les Gentianées terrestres (Gentianoïdées), si différentes, morphologiquement, des Gentianées aquatiques (Ményanthoïdées), le sont également beaucoup au point de vue de l'anatomie; nous étudierons donc séparément chaque organe de la plante dans les deux sous familles.

(1) Solereder, *Ueber den syst. Werth d. Holzstruktur bei den Dicot.* (Munich, 1885).

(2) Dr R. Chodat, *Contribution à l'étude des anomalies du bois* (Atti del congresso botanico internazionale. Turin, 1892).

(3) Johow, *loc. cit.*

(4) Göbel, *loc. cit.*

(5) Gilg, *loc. cit.*

(6) E. Perrot, *Sur une particularité de l'épiderme inférieur de la feuille chez certaines Gentianées aquatiques* (Journ. de Bot., XI, 1897). — Ibid., *Anatomie comparée des Gentianées aquatiques* (Bull. Soc. Bot. Fr., XLIV, 1897). — Ibid., *Sur les tubes criblés extralibériens et les vaisseaux extraligneux* (C. R., 1897, p. 1115). — Ibid., *Sur le tissu conducteur surnuméraire* (Journ. de Bot., XI, 1897). — Ibid., *Structure et développement de la tige des Gentianacées* (Ass. franç. pour l'Av. des Sc., Congrès de Nantes, 1898).

§ 1^{er}. — Racine.

Gentianoïdées. — La racine primaire présente toujours une structure binaire, avec un péricycle mince et un endoderme à grandes cellules dont les plissements sont très visibles ; le parenchyme cortical est peu développé, formé de cellules arrondies, laissant entre elles de larges méats, et protégé extérieurement par une assise subéreuse faiblement épaissie (fig. 4. Pl. II). Le faisceau est diarche, et les trachées se rejoignent au centre ; il n'y a jamais de moelle dans la racine des Gentianées terrestres.

Dans les petites espèces annuelles ou vivaces, le cambium libéro ligneux donne naissance à un bois généralement très serré, à vaisseaux étroits et à sclérenchyme ligneux très développé ; le liber est toujours parenchymateux et peu important ; le péricycle s'accroît un peu par division de ses cellules qui deviennent plus ou moins prosenchymateuses ; enfin l'écorce primaire s'exfolie, et seul l'endoderme forme l'assise protectrice externe (*end*, fig. 3). Il arrive quelquefois que ce dernier s'exfolie aussi ; dans ce cas, ce sont les assises extérieures du péricycle qui se subérifient successivement. Ce phénomène est surtout fréquent dans les grosses racines

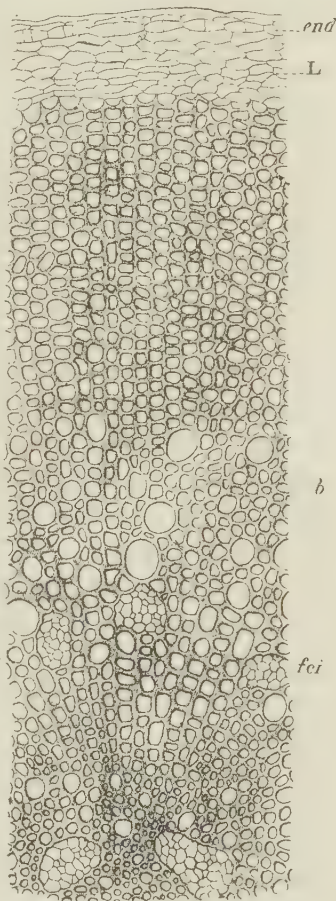


Fig. 3. — Coupe d'une racine d'*Erythraea Centaurium*. — *end*, endoderme ; *L*, liber ; *b*, bois ; *fci*, fascicule criblé intraligneux. G = 150 d.

tuberculeuses dont le liber est excessivement épais et le bois très parenchymateux. Décrivons quelques exemples.

La racine d'*Erythræa Centaurium* (fig. 3) répond au type général des racines des petites espèces. L'écorce primaire est caduque et n'est plus représentée, à un moment donné, que par des débris de cellules. L'endoderme primitif est formé de cellules qui s'allongent tangentielle-ment, puis se subérifient; chaque cellule se divise ensuite radialement par des cloisons secondaires plus minces, au nombre de 1-3. Comme on le verra plus loin, ce fait est absolument général pour toute la famille. Le liber secondaire est peu développé avec parenchyme abondant et fascicules criblés peu nombreux. Le bois est, au contraire, fortement lignifié avec des vaisseaux assez larges, sans moelle; mais il présente, vers le centre, des amas de parenchyme mou, au milieu desquels on distingue de fins et nombreux tubes criblés (*fcî*, fig. 3). Ceux-ci ne sont pas issus d'un fonctionnement anormal du cambium (1), mais dus à un simple arrêt partiel de lignification qui se produit par endroits pendant très peu de temps, et laisse inclus dans le tissu voisin, très lignifié, des amas de parenchyme mince. Les tubes criblés se différencient sur place, aux dépens de quelques cellules de ce parenchyme.

Une coupe dans une grosse racine de *G. lutea* (fig. 4), présente une écorce et un péricycle exfoliés; le liber secondaire est entièrement parenchymateux, sans rayons médullaires différenciés, et présente des amas de tubes criblés très petits, disposés çà et là. Le bois est aussi presque exclusivement formé de parenchyme, qui contient quelques vaisseaux isolés ou réunis par petits paquets dans lesquels il

(1) Voy., pour la bibliographie de la question de la formation des tubes criblés extralibériens, le travail déjà cité: E. Perrot, *Sur le tissu conducteur surnuméraire* (Journ. de Bot., nov. 1897). — Chodat, *Contribution à l'étude des anomalies du bois* (Atti del congresso botanico internazionale, 1892). — Ibid., *Sur l'origine des tubes criblés dans le bois* (Arch. Sc. nat.; Genève, t. XXVII, 1892). — Roulet, *Anatomie comparée des « Thunbergia »* (Bull. Herb. Boissier, V, II, 1894).

est facile de distinguer des fascicules de tubes criblés intra-

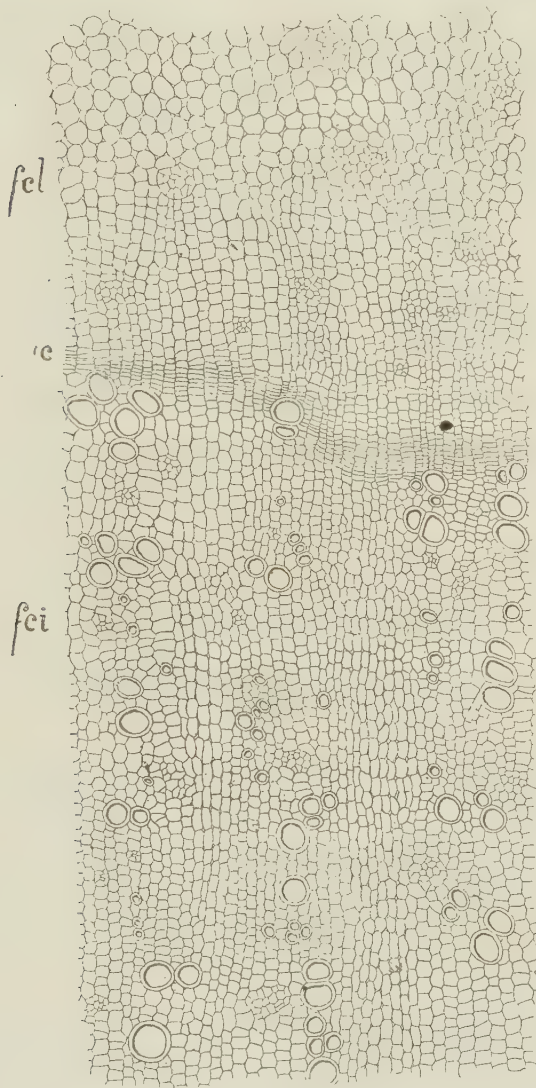


Fig. 4. — Partie de coupe transversale d'une racine âgée de *Gentiana lutea*, intéressant la région cambiale. — C, cambium ; fcl, îlots criblés du liber ; fci, îlots criblés intra ligneux ; c, cambium. G = 80 d.

ligneux, de même allure que dans la région libérienne normale (fci, fig. 6, Pl. I),

Il est rare que l'écorce primaire ne soit pas totalement caduque et qu'il se produise quelques cellules scléreuses ou fibres mécaniques vers l'endoderme (*Enicostemma*, *Halenia*, etc.). L'endoderme à cellules simples, dans un petit nombre de cas (*Sabbatia*, *Enicostemma*, etc.), est, presque toujours, divisé secondairement pour suivre l'accroissement de la racine; on y rencontre jusqu'à 15-20 cloisons radiales par cellules primitives (fig. 3, 5; fig. 1, 2, Pl. II; fig. 5, Pl. I et V); parfois même, comme chez les *G. ternifolia* (fig. 2, Pl. II), *Obolaria*, etc., il apparaît aussi quelques cloisons tangentielles qui forment, dans chaque cellule endodermique, un groupe de cellules secondaires.

Enfin, les *Sweetia* nous présentent une nouvelle anomalie: fréquemment, près de la souche d'où partent la plupart des racines, celles-ci présentent deux endodermes séparés par un parenchyme, à cellules de grandeur variable, du moins à l'état adulte (fig. 5, Pl. V). L'endoderme externe est extrêmement épaissi, et l'on ne retrouve que difficilement les cellules primitives, car les cloisons sont aussi fortement sclérifiées; quant à l'endoderme interne, chaque cellule présente un nombre de cloisons qui peut être extrêmement variable.

La *région péricyclique* est toujours, comme nous l'avons dit, très mince dans les petites racines, et, au contraire, très épaissie et collenchymateuse dans les racines assez développées (fig. 5); parfois ses assises externes sont subérifiées, quand l'endoderme est exfolié. Sauf de très rares exceptions (certains *Halenia*), on n'y rencontre jamais de fibres ou cellules scléreuses.

Le liber possède l'allure toute spéciale dont nous avons parlé; quand il est peu développé, comme dans les petites racines, il est surtout parenchymateux, mais, dans les autres cas, les tubes criblés, au lieu d'être isolés, sont réunis par de petits paquets et dispersés çà et là (*fcl*, fig. 4 et 5). Comme les parois de ces tubes criblés restent toujours relativement minces, et qu'au contraire celles du parenchyme

libérien s'épaississent pour donner un tissu plus ou moins parenchymateux, ces îlots épars restent inclus dans la cel-

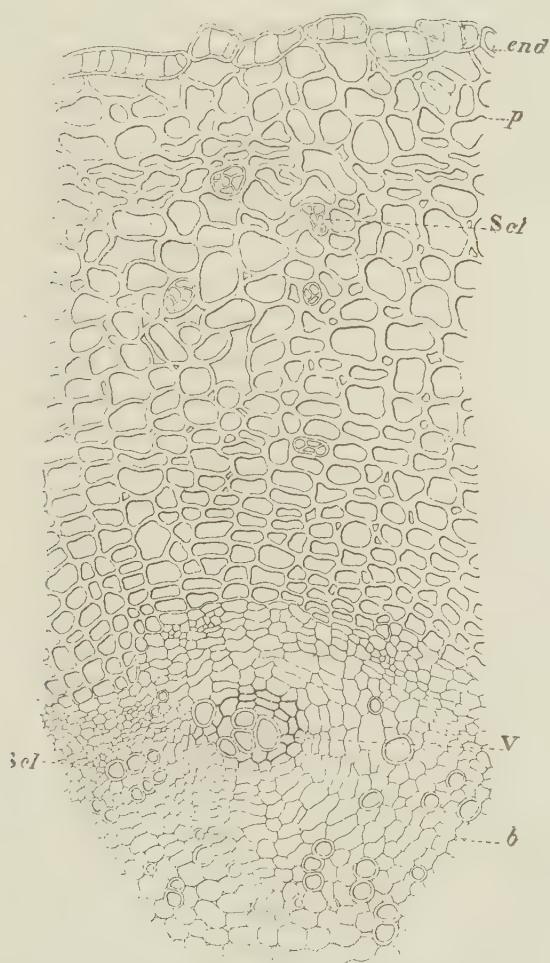


Fig. 5. — Coupe transversale d'une racine de *G. pneumonanthe*. — *end*, endoderme; *p*, péricycle; *pl*, parenchyme libérien; *Scl*, fascicule criblé libérien; *b*, bois; *fcl*, fascicule criblé intraligneux; *V*, vaisseaux remplis de résine dont la région voisine se cloisonne et se subérifie pour les isoler.

lule de parenchyme, aux dépens de laquelle ils ont pris naissance (*scl*, fig. 5; fig. 5, Pl. II). Cette disposition relative des éléments du liber se retrouve dans la tige; elle est

absolument générale et caractéristique, pour toutes les plantes de la famille qui nous occupe.

La région ligneuse peut nous présenter des structures fort différentes (fig. 3 et 4) : parfois le bois est extrêmement lignifié (*Microcala*, *Cicendia*, certains *Gentianella*, etc.) avec un nombre de faisceaux plus ou moins élevé ; mais le plus souvent, surtout dans la racine principale, la région centrale de la racine présente de larges amas de parenchyme mou, inclus dans le bois, et contenant des tubes criblés (*Erythræa*, *Chlora*, etc.). Enfin, chez les *Gentiana*, *Sweetia*, etc., à grosses racines, le bois rappelle celui de *Gentiana lutea* décrit précédemment. Les *Halenia* et quelques autres genres ont la structure des deux types extrêmes ; toute la zone externe du cylindre ligneux est extrêmement fibreuse, constituant un véritable anneau plutôt mécanique ; la région centrale est parenchymateuse avec de petits paquets de vaisseaux et de tubes criblés isolés dans ce parenchyme et forment la véritable région conductrice active de la racine.

Signalons enfin une particularité intéressante, très fréquente chez quelques *Gentiana* (*G. pneumonanthe*, *purpurea*, etc.). Un groupe de vaisseaux s'entoure parfois d'un cambium dont le fonctionnement fournit un certain nombre d'assises de cellules, plus ou moins épaissies, repoussant le bois normal environnant, et constituant une formation qui pourrait être considérée, tout d'abord, comme une sorte de faisceau tertiaire (fig. 5). Les vaisseaux V sont obstrués par une matière résineuse, insoluble ou incomplètement soluble dans tous les dissolvants. Ce fait se rencontre, très fréquemment, dans les grosses racines des *Gentiana* et *Sweetia*, mais alors il n'intéresse généralement que des vaisseaux isolés çà et là, et ne produit aucune perturbation dans la structure intime de la plante. Il n'en est pas de même dans les espèces qui nous occupent. La production de matière résineuse a lieu dans des vaisseaux d'origine récente, au voisinage du cambium et peu

après leur différenciation; de plus, elle se fait à la fois dans un paquet de 4-5 vaisseaux, et le parenchyme environnant, jeune encore, tend à isoler ces organes rendus inutiles. Un méristème apparaît qui donne un nouveau tissu tertiaire plus ou moins épais, entourant complètement l'amas central de vaisseaux à résine, et les cellules directement en contact avec eux subérifient presque aussitôt leur membrane. Les vaisseaux se trouvent donc ainsi complètement séparés du parenchyme ligneux, et l'ensemble de cette formation constitue un véritable séquestre.

La racine des Gentianoidées ne présente aucun appareil spécial de sécrétion; on n'y rencontre qu'une très faible quantité d'amidon, et, dans les grosses racines de *G. lutea*, *purpurea*, *Sw. Kingii*, *Chyrata*, etc., les cellules des parenchymes contiennent une matière plus ou moins résineuse, de couleur jaunâtre, se colorant en rouge foncé par l'eau de chlore. Elles contiennent en outre des *principes amers* qui donnent à ces plantes certaines vertus thérapeutiques. Arthur Meyer a découvert dans la racine de *G. lutea* un sucre, le *Gentianose*, dont les propriétés ont été étudiées à nouveau par Bourquelot (1). Les *matières tannoïdes* sont surtout abondantes dans l'endoderme des tiges, et parfois localisées dans des cellules spéciales, surtout dans les espèces aquatiques, et situées dans tous les organes de la plante. Signalons encore les *résines*, les *matières mucilagineuses* et en particulier la *pectine*, qui a fait l'objet de recherches récentes de Bourquelot et Hérissé (2). L'*oxalate de calcium* existe, pour ainsi dire, d'une façon constante, sous la forme de très fins cristaux irréguliers, le plus souvent sans forme cristalline bien définie, et dont l'étude nécessite l'emploi de la lumière polarisée. Boro-

(1) Bourquelot et Nardin, *Sur la préparation du gentianose* (Journ. de Ph. et Chim., 1898). — Bourquelot, *Sur la physiologie du gentianose* (Journ. de Pharm. et Chim., 1898).

(2) Bourquelot et Hérissé, *Sur la matière gélatineuse de la racine de Gentiane* (Journ. de Pharm. et Chim., 1898). — Ibid., *Sur l'hydrolyse de la pectine de Gentiane*, etc. (Journ. de Pharm. et Chim., 1898).

din (1) a, le premier, signalé ces petits cristaux épars dans les parenchymes de certaines plantes. Dans les Gentianées, l'oxalate de calcium se présente toujours sous cette forme, et seulement chez certaines espèces on peut voir en plus quelques cristaux prismatiques très nets, courts ou bien assez allongés en aiguilles; quelquefois enfin l'on rencontre des cellules spéciales remplies de fin sable cristallin, analogues à celles des Solanées, Acanthacées, etc...

Ményanthoïdées. — Les racines des Ményanthoïdées sont toujours peu volumineuses; elles prennent généralement naissance sur des rhizomes allongés ou des souches plus ou moins épaisses; d'autres fois, elles sont fasciculées à la base de la tige.

Leur structure est bien différente de celle des Gentianoïdées; au lieu de deux faisceaux ligneux réunis au centre en une bande unique, il apparaît toujours un nombre plus élevé de faisceaux qui restent distincts, et laissent au centre une moelle plus ou moins développée. Le nombre de faisceaux est variable: 5 chez les *Limn. Humboldtianum*, *indicum* (fig. 3, Pl. IX), 6 chez le *Nephrophyllidium crista-galli*, *Limn. Nymphoides*, 9 chez le *Men. trifoliata*, etc.

Le parenchyme cortical est généralement protégé par une ou plusieurs assises externes subérifiées, à parois imprégnées de matières tannoïdes (*Limn. Nymphoides*); il est toujours assez épais (fig. 3, Pl. IX), formé de cellules arrondies souvent en files radiales, laissant entre elles de larges méats ou même des lacunes irrégulières. L'endoderme est toujours simple, avec cellules sans cloisons secondaires, dont les plissements latéraux sont visibles de très bonne heure. La région péricyclique ne se multiplie pas et reste composée d'une seule assise de cellules, contre lesquelles s'appuient les faisceaux libériens et ligneux qui n'ont jamais d'accroissement secondaire; parfois seulement il existe une formation assez considérable de métaxylème. La

(1) Borodin, *Sur l'oxalate de calcium diffus dans les plantes* (Soc. des Sc. nat. de Saint-Petersbourg, XXII, 1892, p. 133).

moelle, plus ou moins épaisse, reste parenchymateuse, sauf de rares exceptions (*V. parnassifolia*, etc.).

Cette description s'applique d'une façon très générale à toutes les racines latérales des Ményanthoïdées; on peut ajouter seulement pour quelques cas l'apparition d'un subéroïde externe à parois plus ou moins épaissies ou gélifiées (*Neph. crista-galli*). On ne rencontre *jamais de tissu criblé surnuméraire*, ni d'*oxalate de calcium*. Assez fréquemment (*Limn. Nymphoides*, *Neph. crista-galli*, etc.) quelques vaisseaux sont obstrués par une matière résineuse jaune brunâtre.

Jamais on ne trouve dans les racines des Ményanthoïdées les sclérites rameux et lisses qui sont l'apanage des tiges, pétioles et feuilles de la plupart des espèces de ce groupe; parfois cependant on peut signaler, dans la zone interne de l'écorce, quelques cellules scléreuses arrondies qui seraient peut-être homologues de ces sclérites.

§ 2. — Tige souterraine : rhizome et souche.

Gentianoïdées. — Les espèces rampantes ou formant un gazon présentent des rhizomes traçants, ou des tiges couchées; qui n'offrent pour l'histologie aucun intérêt réel, car ils possèdent une structure semblable à celle de la tige aérienne. Il n'en est pas de même des *souches* d'où partent les racines adventives et qui, dans certaines espèces, sont assez développées et prennent l'aspect de véritables racines tuberculeuses; le plus souvent, ces souches sont un peu renflées, courtes, et il est difficile de dire si la coupe examinée est celle d'une racine ou d'une tige.

Dans sa partie médiane rétrécie, la souche ne présente pas de moelle, mais un parenchyme central avec des vaisseaux spirales ou annelés, isolés et dirigés plus ou moins obliquement: ce parenchyme contient aussi des fascicules criblés, petits, fusiformes, discontinus et orientés dans tous les sens; la partie externe du bois est généralement très

lignifiée. Le parenchyme libérien contient des tubes criblés, d'allure normale, et se montre souvent plus riche que le reste de la plante en sable cristallin d'oxalate de calcium.

Au contraire, dans la partie supérieure de la souche, on voit se produire une dislocation du cylindre central avec apparition de la moelle.

Au lieu d'un anneau ligneux continu, celui-ci est scindé en 5-7 faisceaux libéroligneux inégaux, séparés par de larges bandes de parenchyme dans lesquelles on ne distingue généralement pas de cambium. Au contact du bois de ces faisceaux, se trouve une assise génératrice qui fonctionne plus ou moins selon les espèces; il arrive fréquemment qu'elle s'étend de proche en proche, vers la moelle, en tournant autour du bois. Les deux extrémités de ce cambium se réunissent parfois du côté de la moelle, et il en résulte un faisceau entouré complètement de liber; mais alors ce dernier possède un développement inégal, excentrique. D'ailleurs, la moelle contient toujours des îlots criblés à sa périphérie, et il peut arriver qu'ils soient également enclavés au centre de ce faisceau anormal. La figure 5, Pl. I, représente un des faisceaux libéroligneux de la souche de *Sw. perennis*, dont le cambium atteint, des deux côtés, la région médullaire, ce qui est le cas général. On trouve naturellement, d'une façon très fréquente, des naissances de racines latérales.

Dans ces souches, l'écorce primaire a disparu comme dans les racines, et l'endoderme, presque toujours cloisonné, forme l'assise la plus externe.

Ményanthoïdées. — Le rhizome est très développé dans cette sous-famille, car il donne naissance, le plus souvent, à la fois aux racines latérales et aux feuilles; rarement nous trouvons des souches courtes, comme chez certains *Villarsia*, et toujours ces organes présentent la structure d'une tige. Les descriptions anatomiques de la tige qui suivent s'appliquent également aux rhizomes, sauf quelques modifications peu importantes, telles que le grand développement du

parenchyme cortical à lacunes généralement plus larges et la moindre proportion d'éléments mécaniques dans l'anneau libéroligneux. Chez le *M. trifoliata*, par exemple, le rhizome présente un épiderme à cuticule peu épaisse, lisse, un collenchyme sous-épidermique de 2-3 assises, puis une écorce composée de larges lacunes longitudinales, séparées par une seule épaisseur de cellules, et interrompues, de place en place, par des diaphragmes transversaux. Ces diaphragmes, un peu variables de forme, sont, suivant les espèces, formés par de petites cellules étoilées et polygonales, avec de larges méats aux angles des cellules (fig. 6, 7, Pl. IX).

Le système libéro ligneux se compose d'un certain nombre de faisceaux primaires volumineux auxquels se surajoute un tissu secondaire bien développé; ils sont réunis entre eux par d'autres faisceaux issus du cambium et beaucoup plus petits. La plus grande partie de ces faisceaux, surtout les plus importants, sont protégés extérieurement et intérieurement par un paquet de fibres très épaissies. La moelle, très large, est uniquement lacuneuse comme l'écorce.

Chez les autres genres, la structure anatomique est tout à fait analogue. Les faisceaux sont parfois isolés par de larges rayons médullaires (*Vill. exaltata*; *albiflora*; *Limn. lacunosum*, *crenatum*, etc.), ou bien réunis par une gaine de sclérenchyme péricyclique (*Vill. latifolia*). Le bois secondaire est composé surtout de vaisseaux scalariformes, et le sclérenchyme est souvent muni de ponctuations aréolées tournantes. Les faisceaux libéroligneux présentent toujours vers la moelle un amas de parenchyme (*p*, fig. 6), ne contenant jamais de tubes criblés, mais que l'on peut considérer comme l'homologue du tissu criblé pérимédullaire des Gentianées terrestres.

Ce parenchyme, parfaitement semblable à celui du liber, est appelé *parenchyme séveux* par Vesque (1). Nous préférons lui donner le nom de *parenchyme conducteur surnumé-*

(1) Vesque, *loc. cit.*

raire (1). Si l'on considère les Ményanthoïdées comme dérivant des autres Gentianées, on peut admettre que, par suite de l'adaptation au milieu aquatique ou marécageux, ces plantes ont perdu la structure si particulière de la tige de ces dernières. Le liber normal, bien protégé, acquiert un développement suffisant, et les amas criblés pérимédullaires deviennent alors inutiles; l'élément conducteur principal du tissu disparaît, mais le parenchyme n'en persiste pas moins encore, représentant à lui seul le tissu conducteur pérимédullaire. Cette hypothèse est d'autant plus plausible que la présence de ce dernier est absolument constante dans toutes les espèces.

Du système libéro ligneux du rhizome se détachent les faisceaux des racines adventives, et aussi les faisceaux foliaires. Ces derniers se rencontrent fréquemment, dans l'écorce et même dans la moelle, sous forme de faisceaux normaux, ou bien avec bois central, ou enfin à orientation inverse, les deux libers étant presque accolés (*Ff*, fig. 6).

L'épiderme du rhizome, à cuticule généralement mince, présente fréquemment des plages modifiées, comparables à celles des feuilles. Dans le parenchyme lacuneux, surtout chez les *Limnanthemum* et quelques *Villarsia*, on trouve d'assez nombreuses sclérites, à corps plus ou moins volumineux, rameux et lisses.

Les cellules à tannin sont aussi assez répandues, soit isolées, soit en courtes files longitudinales.

§ 3. — Tige aérienne. — Pédoncule floral.

Gentianoïdées. — La tige de ces plantes n'est guère volumineuse, car nous avons vu qu'elles étaient de dimension peu élevée, atteignant au maximum, chez quelques espèces d'*Héliées*, 2 mètres de hauteur. Le plus souvent, ce sont

(1) E. Perrot, *loc. cit.*

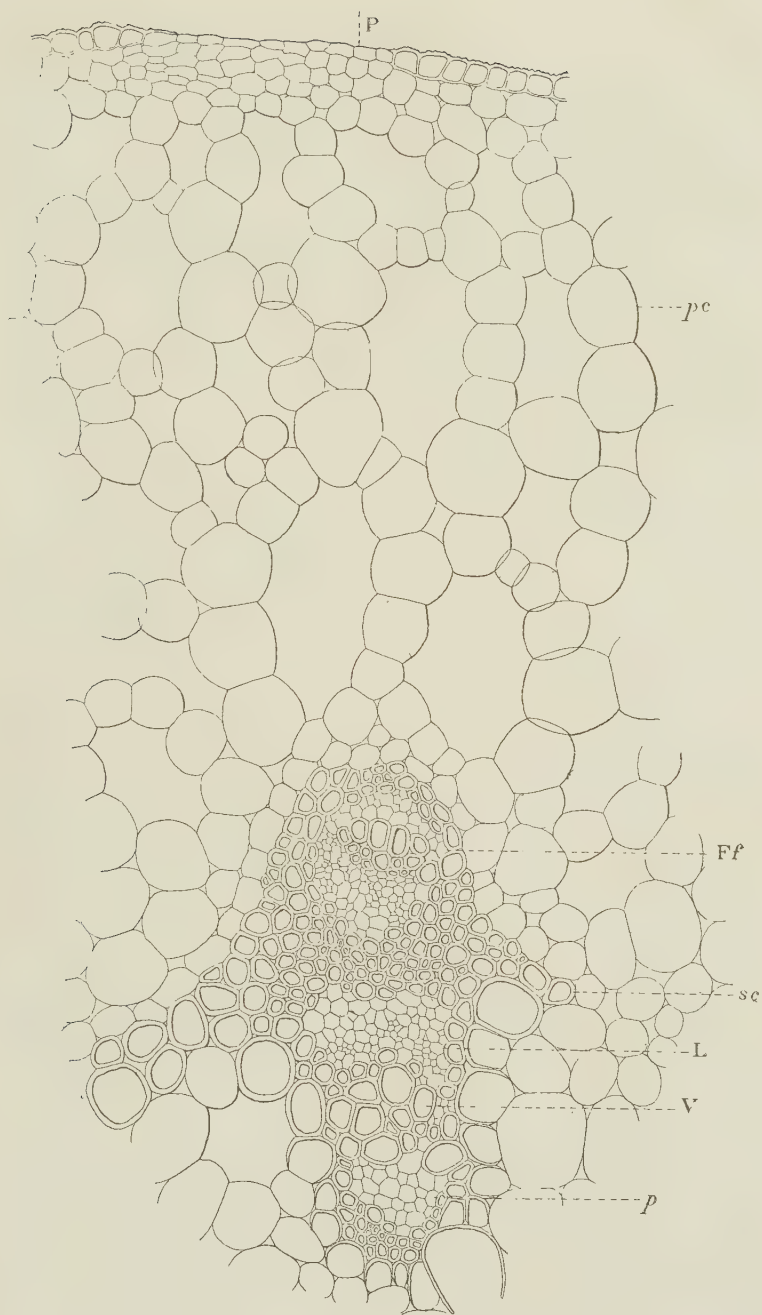


Fig. 6. — Coupe du rhizome de *V. exaltata*. — *p*, plage épidermique modifiée; *pc*, parenchyme cortical; *sc*, sclérenchyme; *Ff*, faisceau foliaire à orientation inverse; *L*, liber; *V*, vaisseaux; *p*, parenchyme conducteur surnuméraire.

des plantes herbacées, dont le cylindre ligneux est cependant très dur, et dont l'accroissement en épaisseur est extrêmement rapide; la tige est fréquemment réduite à une hampe florale munie de feuilles plus petites que les feuilles basilaires. La tige est généralement un peu quadrangulaire, parcourue longitudinalement par quatre côtes plus ou moins développées, suivant les espèces, et rapprochées deux à deux vers les extrémités d'un même diamètre. Ces côtes deviennent, dans certains cas, de véritables ailes membraneuses, recouvertes par l'épiderme de la tige, et ne contenant souvent, à leur intérieur, que quelques cellules de parenchyme écrasé, collenchymateux ou même corné. Entre ces ailes, il n'est pas rare de voir la tige sillonnée d'arêtes beaucoup moins importantes. Dans les expansions aliformes de certaines *Héliées*, on peut rencontrer un faisceau libéro-ligneux foliaire. Le pédoncule floral possède, sans grandes modifications, la structure de la tige, mais les côtes longitudinales

sont toujours relativement plus développées; même quand la tige est arrondie, le pédoncule floral est souvent quadrangulaire.

Avant d'entrer dans de plus longs détails sur l'anatomie comparée de la tige, étudions son développement, avec quelques exemples empruntés aux espèces indigènes.

Une coupe, passant par le méristème terminal



Fig. 7. — Coupe transversale passant par le méristème terminal de la tige de *Chlora serotina*. — E, écorce; M, moelle; Me, méristème annulaire; fcl, fem, fascicules criblés libériens et médullaires en voie de différenciation. G = 150 d.

d'un *Chlora*, nous présente à quelque distance du sommet une région externe (E) et une région interne (M), formées de larges cellules arrondies représentant l'écorce et la

moelle. Entre elles, il existe une bande de tissu en voie active de division, montrant à la périphérie et des deux côtés quelques petits foyers de multiplication plus intense. Les petits îlots de cellules, issus de ces derniers, deviennent, pour la plupart, des tubes criblés, dont l'apparition devance ainsi la différenciation des premiers vaisseaux ligneux.

Dans la tige un peu plus âgée, on assiste à la différenciation des trachées primaires (V, fig. 8) et à la délimitation plus nette des îlots de tubes criblés; de plus, il est facile de voir qu'il se manifeste en même temps une activité nouvelle dans les cellules situées entre les trachées et les amas criblés externes. Des cloisonnements tangentiels donnent naissance à des files de nouvelles cellules, plus ou moins régulièrement radiales.

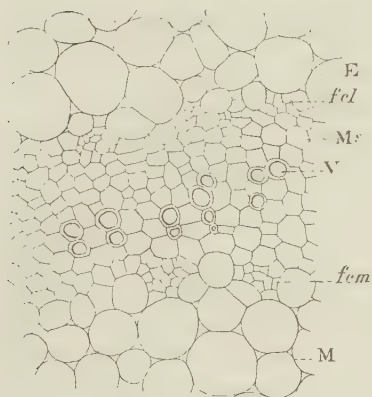


Fig. 8. — Coupe de la même tige de *Chlora serotina*, mais un peu plus âgée. — Ms, méristème secondaire; pour le reste, mêmes indications que dans la figure précédente.

Ce méristème secondaire (*Ms*, fig. 8) fonctionne pendant un certain temps, et l'accroissement en épaisseur de la tige est extrêmement rapide.

Quand le méristème secondaire a produit le nombre de cellules qui sera celui de la plante adulte, la lignification, qui n'avait atteint que les premières formations, se fait pour ainsi dire brusquement jusqu'aux îlots libériens externes. La tige âgée présente alors une écorce primaire protégée par l'épiderme persistant, un liber réduit à quelques assises parenchymateuses dans lesquelles sont épars les fascicules criblés, et un bois épais à éléments plus petits et plus lignifiés à la périphérie. La région périphérique de la moelle contient aussi des îlots assez volumineux de tubes criblés (*fem*, fig. 9).

Il ne s'est donc pas formé, dans ce cas, une assise libéro-ligneuse fonctionnant comme à l'ordinaire, mais un méristème se divisant sur une assez grande épaisseur, et qui n'a donné naissance qu'à du tissu ligneux. Dans le cas du *Chlora serotina*, l'activité maxima du méristème se montre cependant vers l'extérieur, et l'on peut encore comparer le déve-

loppement de la tige au mode ordinaire de fonctionnement du cambium libéro ligneux chez les Dicotylédones.

Chez le *G. saxosa* (fig. 3, Pl. II), la tige est peu volumineuse; le méristème secondaire fonctionne très peu de temps et il est impossible de préciser la place du cambium; la multiplication se fait dans toute l'épaisseur du tissu. La plupart des *Halenia*, quelques *Gentiana*, etc., nous offrent une localisation de l'activité du méristème très nette; on peut voir, dans ce cas, la formation d'un véritable cambium au contact des premières trachées (fig. 10).

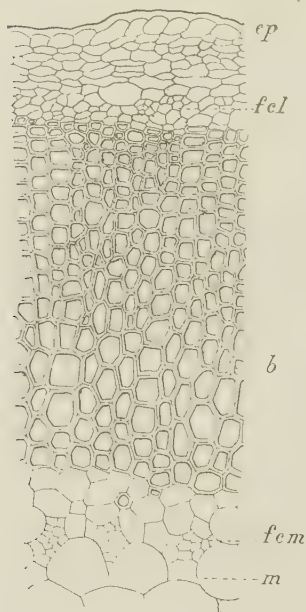


Fig. 9. — Tige adulte de *Chlora serotina*; mêmes lettres que dans les figures 7 et 8.

L'accroissement est aussi extrêmement rapide, et la lignification se fait de même brusquement, jusqu'aux îlots criblés externes. Contrairement à son mode ordinaire de formation, le bois secondaire s'est différencié pour cette espèce, dans les deux directions, et le liber est encore beaucoup plus réduit que dans les *Chlora* (fig. 11). Il n'existe plus, en dehors du tissu ligneux, que les amas de tubes criblés et quelques rares cellules de parenchyme.

L'endoderme et le péricycle ne sont guère faciles à délimiter, car le premier ne présente pas d'épaississements

latéraux; les fascicules criblés médullaires sont plus volumineux, mais situés dans la portion périphérique dont les éléments sont beaucoup plus petits.

Il arrive fréquemment que les trachées et les fascicules criblés internes prennent naissance tout à fait à côté l'un de l'autre, comme chez l'*Eryth. Centaurium* (fig. 2, Pl. V).

Parfois même certaines de ces trachées sont plus proches de la moelle que les tubes criblés, de telle sorte que, plus tard, quand la lignification apparaît, quelques amas criblés se trouvent inclus dans le bois, vers sa face interne. Ce phénomène est très net dans l'*Exacum tetragonum* (fig. 1, Pl. VI).

Du côté externe, la lignification peut intéresser tout le tissu jusqu'à l'endoderme, et les amas de tubes criblés qui représentent seuls le liber sont parfois

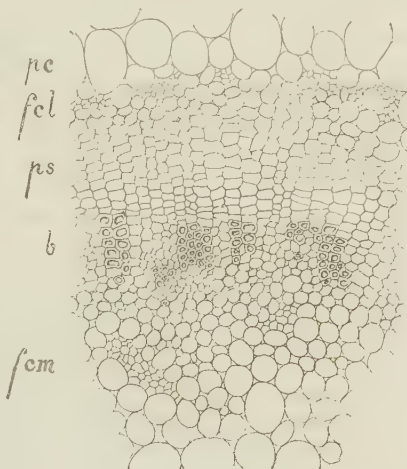


Fig. 10. — Coupe transversale dans la tige très jeune de *Gent. ciliata*. — *ps*, méristème secondaire; *b*, bois; *fcm*, fascicule criblé médullaire; *fcl*, fascicule criblé libriforme; *pc*, parenchyme cortical. G = 200 d.

enclavés dans la partie la plus externe du bois; le plus souvent, ils sont simplement adossés au cylindre ligneux du côté interne et directement appuyés sur l'endoderme du côté externe (fig. 3, Pl. V; fig. 2, Pl. VI). Cette particularité se présentait déjà chez le *G. ciliata* (fig. 11).

Ce mode particulier de développement est très général dans toute la famille, et il est rare de rencontrer des formations libériennes secondaires issues du fonctionnement bilatéral d'un cambium libéroligneux (*Lisianthus*, *Rusbyanthus*, etc.).

L'aspect du liber externe est donc caractéristique des Gentianacées; quand il se présente sous la forme d'une bande

épaisse, ce fait provient de ce que la lignification a été moins complète que dans les espèces citées précédemment. Dans quelques cas, il peut se former ultérieurement quelques assises nouvelles de parenchyme libérien secondaire; ce dernier est très pauvre en tubes criblés et n'en présente que

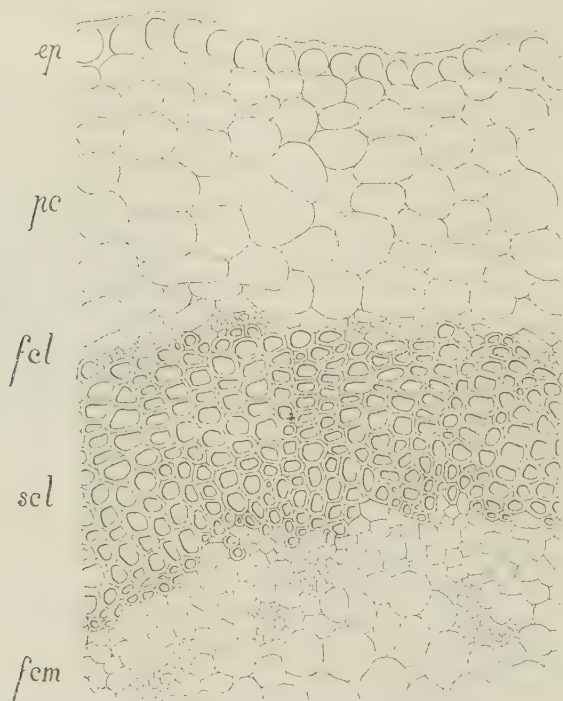


Fig. 11. — Tige adulte de *Gent. ciliata*. — *scl*, bois scléreux; mêmes lettres que dans la figure 10. G = 180 d.

de rares petits paquets tout à fait comparables aux amas primaires.

Les tubes criblés de la moelle prennent aussi naissance dans la tige très jeune par des divisions rapides de quelques cellules médullaires; ils sont contemporains de ceux que nous avons vus se former dans la bande méristématique primaire. Comme la plupart du temps les Gentianées n'ont de tubes criblés surnuméraires qu'à la partie interne du bois, nous leur donnerons simplement le nom de *fascicules*

riblés pérимédullaires, en indiquant par là leur position, sans vouloir rien préjuger de leur origine.

Il nous reste encore à signaler, dans les fascicules criblés médullaires de certaines espèces de Gentianées, l'apparition d'éléments vasculaires, vaisseaux annelés ou spiralés, qui se différencient en un point quelconque de l'îlot encore en voie de division, mais postérieurement aux tubes criblés. De pareilles formations se rencontrent vers la partie centrale de la moelle de quelques *Gentiana* (*G. pneumonanthe*, *lutea*, *purpurea*, *bavarica*) (fig. 2, Pl. I); ils constituent de véritables *fascicules cribro-vasculaires surnuméraires*, contemporains des différents éléments conducteurs qui ont pris naissance dans la région normale (1).

Enfin, une dernière anomalie de formation nous est offerte par la plupart des *Chironia*, certains *Crawfordia* volubiles, l'*Orphium frutescens* et l'*Ixanthus viscosus*. Ces plantes, souvent très ligneuses, possèdent, dans l'intérieur de l'anneau ligneux très compact, des îlots de parenchyme resté mou et dans lequel on rencontre des tubes criblés, déjà signalés par Vesque et Solereder, chez les *Chironiées*. Le développement du bois, chez ces plantes, est beaucoup plus lent et le liber externe, très mince, reste pauvre en tubes criblés; le fonctionnement cambial est entièrement centrifuge et la lignification immédiate. En de certains endroits, quelques assises restent parenchymateuses, et comme la lignification reprend peu de temps après, sur toute la périphérie, il en résulte l'inclusion d'un petit îlot de parenchyme ligneux, au milieu des fibres généralement très épaisses qui l'entourent.

Dans ce parenchyme, on ne tarde pas à voir apparaître des cloisons nouvelles, qui donnent naissance à des tubes criblés, et, parfois, cette multiplication commence avant l'inclusion complète de l'îlot (fé, fig. 1, Pl. I). Ces fascicules criblés intraligneux sont donc bien du *xylème criblé* analogue

(1) E. Perrot, *Sur le tissu*, etc. (*loc. cit.*).

à celui de la racine et tout à fait comparable aux formations décrites par Chodat (1), dans un grand nombre de familles : il n'y a pas ici de fonctionnement anormal du cambium, mais une différenciation anormale de tubes criblés dans la région ligneuse. Ceci prouve que l'on doit envisager le cambium comme ayant la fonction d'engendrer, dans une ou deux directions, un tissu parenchymateux équivalent et susceptible de donner naissance indifféremment à des éléments mécaniques ou conducteurs, suivant les besoins de la plante. Généralement, les tubes criblés se produisent dans le parenchyme centripète et les vaisseaux dans le parenchyme centrifuge ; mais il peut arriver que, grâce à des influences adaptationnelles prolongées, la structure de la tige se modifie et que les éléments criblés ne puissent se produire dans leur région normale en quantité suffisante ; c'est alors qu'on les voit apparaître, soit dans le parenchyme ligneux, soit à la périphérie de ce parenchyme vers la moelle.

La moelle des Gentianées est généralement résorbée en partie, après la floraison ; la portion centrale, formée presque toujours de larges cellules arrondies, la plupart du temps sans tubes criblés, se disloque et ne tarde pas à disparaître, laissant une large lacune centrale contenant les débris des cellules. Si la moelle comprenait des fascicules conducteurs au centre, ceux-ci disparaissent avec elle ; leur présence n'est que temporaire et il paraît évident qu'ils n'avaient d'utilité que jusqu'à la floraison. Les fascicules criblés de la périphérie de la moelle sont *nécessaires* aux plantes qui nous occupent, mais ceux de la partie centrale ne sont que des éléments *complémentaires*, appelés à disparaître quand leur fonction est achevée.

La coupe longitudinale n'est intéressante que pour montrer la disposition des différents éléments mécaniques et conducteurs. Chez le *Gentiana asclepiadea*, par exemple (fig. 12), le liber normal L est formé d'éléments parenchy-

(1) Chodat, *Contribution à l'étude des anomalies du bois* (loc. cit.).

mateux allongés, étroits, pauvres en tubes criblés; la partie externe du bois est d'abord fibreuse, puis devient scléreuse, à éléments larges et ponctués; vers le centre, elle montre quelques trachées, séparées des tubes criblés pérимédullaires par des éléments parenchymateux. Les tubes criblés ont des parois grillagées munies d'une large ponctuation unique et



Fig. 12. — Coupe longitudinale de la tige de *Gent. asclepiadea*. — L, liber normal; scl, sclérenchyme ligneux; V, vaisseaux; Tcm, tubes criblés médullaires; M, moelle.

disposées obliquement; les cellules de la moelle M ont leurs parois un peu épaissies.

Le cylindre ligneux présente deux régions distinctes, l'une externe, dont la fonction, d'une façon non équivoque, est purement mécanique, l'autre interne qui est chargée du rôle conducteur.

En résumé, l'histoire du développement de la tige des Gentianacées nous montre que, par suite de l'absence de tissu mécanique externe, le rôle de soutien et de protection est dévolu à la partie extérieure du bois. Comme conséquence, le liber normal est très réduit, tandis que c'est,

au contraire, la région périphérique de la moelle qui contient à la fois les trachées et le plus grand nombre de tubes criblés. Cette zone, issue de la région interne de l'anneau méristématique de la jeune tige, est appelée à jouer le rôle prépondérant pour la fonction physiologique conductrice de l'eau et des sucs élaborés.

Étudions maintenant les principales modifications que peuvent subir les différentes parties de la tige adulte.

Épiderme. — L'épiderme est toujours persistant, avec une cuticule parfois mince (fig. 1, Pl. V; fig. 13, *ep*), ou assez épaisse et lisse (fig. 2, 3, 4, Pl. V; fig. 2, Pl. VI), ou bien plus ou moins fortement plissée, ridée ou striée (fig. 10, Pl. IV). Enfin, il arrive souvent que les cellules épidermiques soulèvent leur paroi externe en des sortes d'émergences courtes ou de papilles fortement striées, cylindriques ou coniques (fig. 11, 12, 13, 14, Pl. IV). Ces papilles peuvent atteindre des dimensions relativement grandes et constituer parfois, mais rarement, de véritables poils uni ou bicellulaires. Ce dernier cas se rencontre chez quelques *Sweetia* et aussi dans l'*Orphium frutescens*. Signalons enfin une gélification, assez fréquente et plus ou moins profonde, de la paroi interne des cellules épidermiques.

Parenchyme cortical. — L'écorce reste toujours primaire sans apparition de périderme; elle est formée de cellules arrondies irrégulières, laissant entre elles des méats plus ou moins grands, parfois de véritables lacunes. On ne rencontre de collenchyme sous-épidermique que très rarement; mais, souvent, la paroi des cellules se gélifie et l'épiderme est séparé de l'assise sous-jacente par une couche de matière mucilagineuse assez nette (fig. 3, Pl. II). Le parenchyme cortical s'aplatit généralement, les parois subissent des modifications profondes, elles deviennent plus épaisses, se gonflent irrégulièrement; le contenu cellulaire disparaît plus ou moins complètement, et, dans certaines espèces, toute l'écorce subit la transformation cornée (fig. 6, Pl. II). L'écorce ne contient pas de tissu mécanique, si ce n'est

dans quelques genres exotiques, de l'Amérique et de l'Afrique tropicales, chez lesquels on rencontre quelques grosses cellules scléreuses, arrondies et allongées longitudinalement.

Endoderme. — L'endoderme de la tige ne présente que par exception des cellules avec quelques divisions secondaires radiales (fig. 1, Pl. I). Les épaississements latéraux sont presque toujours franchement caractérisés, et une subérification plus ou moins profonde atteint souvent toute la paroi, qui est alors imprégnée de matières tannoïdes et paraît de couleur brun rougeâtre. La subérification complète de l'endoderme semble être connexe de la transformation cornée plus ou moins intense de l'écorce.

Péricycle. — Le péricycle ne possède jamais qu'une assise de cellules parenchymateuses, quand il n'est pas interrompu par la lignification dont nous avons déjà parlé. Ce n'est que très rarement (*Lisianthus*, *Rusbyanthus*, etc.) que l'on rencontre quelques fibres mécaniques dans cette région.

Liber. — Le liber des *Gentianoïdées* possède une allure tout à fait caractéristique, d'une généralité presque absolue. Toujours très peu abondant, il forme une lame composée de quelques assises parenchymateuses contenant, de place en place, un amas de très fins tubes criblés primaires (fig. 1, 3, 4, Pl. V). Souvent il est réduit à ces amas criblés quand la lignification s'est prolongée jusqu'à l'endoderme; ce fait est très fréquent dans les pédoncules floraux (fig. 2, Pl. VI; fig. 11, Pl. VII).

Bois. — Le mode de formation du bois nous a montré la disposition des éléments en deux zones, souvent assez nettement tranchées : l'une externe, surtout mécanique; l'autre interne, surtout vasculaire. Ce bois est toujours très compact, en files radiales irrégulières, sans rayons médullaires; cependant quelques espèces tropicales, comme beaucoup d'*Héliées* par exemple, possèdent un cylindre ligneux dont le développement se rapproche sensiblement du mode ordinaire, et qui montre des rayons médullaires unisériés. Ces rayons de cellules lignifiées et allongées dans le sens radial

séparent des épaisseurs plus ou moins grandes de fibres et vaisseaux ligneux. D'ailleurs, le groupe des *Héliées* semble rattacher anatomiquement les Gentianacées aux familles voisines, telles que les Solanées, par exemple.

Rappelons encore la présence des fascicules criblés intraligneux des *Chironia*, *Orphium*, *Crawfurdia*, *Ixanthus*.

Moelle. — *Tissu conducteur surnuméraire.* — Nous avons vu comment il apparaissait *sans exception, dans toute la famille*, des fascicules criblés adjacents au bois, souvent contigus aux trachées. Ces amas criblés sont toujours isolés, plus ou moins volumineux, situés dans un parenchyme qui n'est que très rarement sclérifié. Outre ces formations médullaires, il en existe souvent d'autres dans la profondeur de la moelle, et il peut même, comme il a été dit, s'y surajouter quelques éléments ligneux. La portion centrale de la moelle se résorbe presque toujours et la tige des Gentianées, après la floraison, est fistuleuse. Souvent une zone annulaire, plus ou moins sclérifiée, borde la lacune centrale et protège aussi la région périphérique conductrice de la moelle.

Dans les espèces qui contiennent des fibres scléreuses corticales, on trouve souvent des fibres médullaires analogues, protégeant les amas de tubes criblés; chez les autres espèces, il est très rare de rencontrer quelques cellules arrondies et scléreuses dans la moelle (*cs*, fig. 2, Pl. I).

Gentianoïdées saprophytes. — Les espèces saprophytes ont une structure particulière qui peut cependant se rapporter facilement au type général. Chez les saprophytes qui contiennent encore une petite quantité de chlorophylle (*Obolaria*, *Voyriella*, etc.), le cylindre central, quoique très réduit, présente les mêmes caractères que chez les autres plantes de la famille, sauf une réduction extrême du liber normal. Dans les espèces que l'on considère comme complètement privées de chlorophylle (certains *Leiphaimos*, *Bartonia verna*), l'anneau ligneux est disjoint, et il ne reste plus que 4-6 faisceaux vasculaires. L'anatomie de diverses espèces de *Leiphaimos* a déjà fait l'objet de quelques recherches de

Johow (1) dont nous parlerons plus loin. Décrivons comme type la tige de *Leiphaimos aphylla* (fig. 13).

L'épiderme est formé de longues cellules à paroi mince ; l'écorce est réduite à 3-4 assises de cellules parenchymateuses sans méats. Un anneau de sclérenchyme, aminci, situé derrière les faisceaux conducteurs, représente le squelette

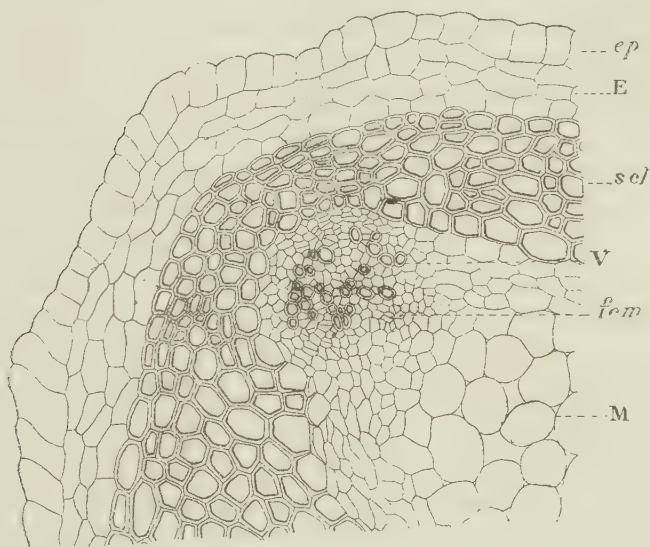


Fig. 13. — Coupe transversale de la tige de *Leiphaimos aphylla*. — *ep*, épiderme ; *E*, écorce ; *scl*, anneau scléreux ; *V*, vaisseaux ; *fcm*, fascicules criblés périmedullaires.

de la tige ; il est formé de longues cellules épaissies et munies de fines ponctuations.

Les vaisseaux ligneux sont réunis en six amas et séparés de la bande scléreuse par plusieurs cellules parenchymateuses contenant peut-être quelques tubes criblés. Ces derniers se montrent en petits amas assez nets, sur les côtés et à la partie interne des paquets vasculaires, et donnent ainsi l'apparence de faisceaux concentriques. La portion centrale de la moelle est résorbée. Chez le *L. parasitica*, l'écorce est plus

(1) Johow, *loc. cit.*

épaisse et l'endoderme, reconnaissable à ses plissements latéraux, est appuyé directement sur l'anneau scléreux. Les six amas vasculaires ne sont plus libres, mais forment six pointes saillantes dans la moelle et entourées de fascicules criblés; il n'existe plus de liber externe. Enfin, chez le *Bartonia verna*, les *L. flavescens* et *tenella*, la bande scléreuse elle-même disparaît, et l'on ne voit plus que quatre amas conducteurs, composés de quelques trachées centrales, autour desquelles se sont différenciés quelques petits îlots de tubes criblés. Dans les premières espèces, la réduction due aux conditions d'existence saprophyte a porté sur le liber normal, qui a disparu, et l'anneau scléreux peut être considéré comme l'équivalent de la zone externe fibreuse des autres Gentianacées à liber très mince; de même les amas vasculaires, enclavés dans le sclérenchyme ou libres, sont équivalents à la zone interne vasculaire et à la bande parenchymateuse contenant les tubes criblés adjacents au bois et situés à la périphérie de la moelle chez les espèces plus élevées.

Ményanthoïdées. — Nous connaissons déjà la structure de la tige rhizomateuse; il nous reste à nous occuper de celle de la hampe florale qui, généralement d'ailleurs, lui est parfaitement comparable, sauf chez les *Limnanthemum* à feuilles nageantes. Toutes les ramifications partant du rhizome se terminent, dans ces plantes, par une feuille, et pourraient être considérées comme étant toutes des pétioles. Cependant, chez quelques-unes, on remarque, à une très faible distance de la feuille, une sorte de cyme contractée, dont tous les pédicelles réunis au même point se terminent par une fleur. R. Wagner a étudié avec soin les relations morphologiques et le développement de ces fascicules floraux (1). Ce pseudo-pétiole est en réalité une tige florifère, et l'on ne doit considérer comme pétiole véritable que la courte portion de l'organe située au delà du point d'insertion des pédoncules floraux. La feuille terminale joue, en effet, le rôle de bractée,

(1) R. Wagner, *loc. cit.*

et son pétiole est resté dans l'axe de la tige qu'il paraît prolonger, le bouquet de fleurs étant rejeté latéralement. Nous avons vu que Göbel considère cette disposition spéciale comme une adaptation biologique, la feuille s'appuyant sur l'eau et constituant un point d'appui solide aux fleurs dont l'épanouissement doit se faire au dehors. D'ailleurs, la structure anatomique est toute différente ; la partie située au-dessous de l'inflorescence possède un cylindre central avec des faisceaux séparés mais entourés d'un endoderme propre. Au contraire, dans la partie supérieure, on trouve la structure fasciculaire disjointe du pétiole, avec sept faisceaux disposés en arc, le médian étant sensiblement plus volumineux.

Dans les Ményanthoïdées, la tige présente un épiderme à cuticule mince et lisse, un parenchyme cortical à lacunes régulières, de dimensions variables, interrompues çà et là par des diaphragmes transversaux ; l'endoderme est parenchymateux, sans plissements latéraux. Dans certains cas, la région péricyclique forme une bande plus ou moins épaisse de tissu scléreux à éléments aréolés ; chez le *Neph. cristagalli* (fig. 9, Pl. VIII), les faisceaux libéroligneux sont complètement inclus au milieu du sclérenchyme, mais il persiste toujours à la pointe du faisceau, du côté interne, un amas de parenchyme mou, comme dans le rhizome. Souvent, au lieu d'un anneau libéroligneux complet, on voit seulement un certain nombre de faisceaux, séparés par des rayons médullaires larges et parenchymateux (beaucoup de *Villarsia*). Le liber, très développé, est protégé par des calottes de fibres péricycliques très épaissies, très nombreuses (*V. lasiosperma*) ou en très petit nombre (*Men. trifoliata*). Des fibres analogues protègent parfois les îlots de parenchyme conducteur surnuméraire de la pointe des faisceaux. La moelle est constituée par de larges cellules arrondies, limitant des lacunes régulières analogues à celles de l'écorce.

La tige des *Limnanthemum* possède une structure tout à fait particulière. Chez le *L. Nymphoides*, le cylindre central, composé de quelques faisceaux disjoints, ne présente pas de

tissu de protection, et l'on rencontre, dans l'écorce, quelques petits faisceaux épars. Dans les autres espèces de la sect. *Nymphæanthæ*, la disposition de l'appareil vasculaire est bien différente. La tige emprunte au rhizome un volumineux paquet de tissu conducteur, qui se divise aussitôt en un certain nombre de cordons. Ces derniers se ramifient à leur tour, les plus petits se rendant à la périphérie. Il en résulte qu'une coupe transversale présente toujours un nombre assez élevé de faisceaux libéroligneux, les plus volumineux étant disposés vers le centre ; cette ramification est facile à étudier en coupe longitudinale, et l'on peut même parfois la constater en coupe transversale. Göbel rapproche cette disposition anatomique de celle des Monocotylédones, mais les faisceaux sont ouverts et susceptibles d'accroissement ultérieur, comme ceux des Dicotylédones. Au centre, presque toujours, il persiste deux faisceaux accolés par leur parenchyme conducteur surnuméraire (fig. 5, Pl. VII ; fig. 1, Pl. IX) et qui représentent le cylindre central. Il paraît probable que nous sommes encore ici en présence d'une adaptation au milieu physique. Le grand développement des lacunes aérifères et leur nombre considérable obligent ces plantes à répandre leur tissu conducteur dans toute leur épaisseur, et les faisceaux libéroligneux se ramifient à la façon des nervures des feuilles. Au niveau du point d'insertion de l'inflorescence, le tissu général devient plus compact et c'est sur un espace très court que se fait la distribution des éléments vasculaires, se rendant dans les pédoncules floraux. Ces derniers présentent la même structure que la tige, mais il se forme une sorte de cylindre central par la coalescence de plusieurs faisceaux, et l'on ne rencontre plus guère de petits faisceaux épars dans la région corticale (fig. 7, Pl. VII).

Au-dessus de l'inflorescence, la disposition reste celle de la tige, mais un des faisceaux devient plus volumineux et indique la symétrie bilatérale du pétiole. Les sclérites rameux et lisses, déjà signalés dans le rhizome, sont plus nombreux dans la tige ; leur nombre est extrêmement

variable suivant les espèces. On n'en rencontre jamais chez les *Menyanthes* et *Nephrophyllidium*, et ils sont très rares chez quelques *Villarsia* à tige munie de tissu mécanique bien développé.

§ 4. — Pétiole.

Gentianoïdées. — Le pétiole existe rarement chez les Gentianées terrestres, dont les feuilles sont presque toujours sessiles ou amplexicaules. Cependant les feuilles basales de quelques espèces possèdent un court pétiole. Sa structure n'offre rien de particulier; le système libéroligneux forme un arc dont les cornes se disjoignent quelquefois pour donner deux très petits faisceaux. Le périderme est bien développé et l'on y rencontre toujours des fascicules criblés surnuméraires.

Ményanthoïdées. — Dans cette sous-famille, le pétiole est au contraire généralement d'une grande longueur; chez les *Menyanthes*, *Nephrophyllidium*, le système fasciculaire (fig. 1, 2, Pl. VII) est composé d'un certain nombre de faisceaux semblables à ceux de la tige et du rhizome, et comme eux parfois protégés par quelques fibres.

Dans les espèces de la sect. *Nymphæanthe* du genre *Linmanthemum*, le pétiole présente la même structure que la tige ou le pédoncule floral, c'est-à-dire des faisceaux isolés, ramifiés; mais avec un peu d'attention, on remarque qu'un des faisceaux, plus volumineux, indique généralement la symétrie bilatérale (fig. 4, 6, Pl. VII). Dans la gaine des feuilles de *V. lasiosperma*, les faisceaux sont isolés en deux rangées orientées dans le même sens, le bois vers la face supérieure, et l'on voit très facilement leurs ramifications. Le pétiole présente un système fasciculaire un peu différent, la symétrie bilatérale est accusée par un faisceau plus gros, mais les autres sont disposés en un cercle, à l'intérieur duquel on rencontre de nouveaux faisceaux ayant tous leur endoderme propre (fig. 3, 4, Pl. VII).

§ 5. — Feuille.

Gentianoïdées. — La structure anatomique du limbe de la feuille, variable pour les espèces, présente néanmoins un certain nombre de caractères que l'on retrouve dans l'ensemble de la famille. L'épiderme est souvent recticurviligne à la face supérieure, ou plus ou moins ondulé (fig. 1, 2, 3, 15, Pl. IV); l'épiderme inférieur est toujours fortement ondulé et formé de cellules plus petites avec de très nombreux stomates. Ces derniers sont fréquemment très rares ou nuls à la face supérieure, excepté chez les petites espèces des hautes montagnes; ils sont généralement arrondis, ou un peu plus longs dans le sens de l'ostiole, ou très gros (*G. pyrenaica*, etc.), ou bien ovoïdes, petits (*Crawfordia japonica*, etc.).

Leur mode de formation est très simple et toujours constant dans toutes les espèces. Il est conforme aux schémas (B, C, D, fig. 14). La cellule mère stomatique se partage en trois par deux cloisons successives, puis la petite cellule du milieu se cloisonne à son tour pour donner les deux cellules stomatiques. Suivant la position de la deuxième cloison, le stomate adulte sera entouré de trois ou quatre cellules dont deux restent généralement plus petites; ce sont les deux cellules annexes (B, C, E, F, H, fig. 14; fig. 2, 3, 4, 7, Pl. IV; fig. 4, Pl. VI).

Parfois, il apparaît un cloisonnement de plus, et le stomate reste inclus dans la cellule qui lui a donné naissance, car les trois cellules annexes ne s'agrandissent que d'une très faible quantité (G, fig. 14; fig. 6 et 7, Pl. VI). Quand le nombre des stomates est très élevé, ils sont forcément très rapprochés les uns des autres, et il devient difficile de déterminer le nombre des cellules accessoires vraies, surtout si leur développement se rapporte aux schémas B, C; dans le dernier cas D, nous avons toujours vu les cellules annexes plus petites et facilement reconnaissables. Cette disposition constante des cellules autour des stomates constitue un véritable caractère de famille.

D'une façon très générale, les stomates sont situés au niveau de l'épiderme; très rarement on les trouve un peu enfoncés (*G. utriculosa*, fig. 7, Pl. IV), quelquefois aussi un peu en relief (fig. 1, Pl. VI).

En coupe transversale, les stomates sont formés de deux petites cellules stomatiques à épaississements disposés sous forme de deux amas sur les parois interne et externe (fig. 1, Pl. VI; fig. 1, 4, Pl. III), ou avec une antichambre, l'os-

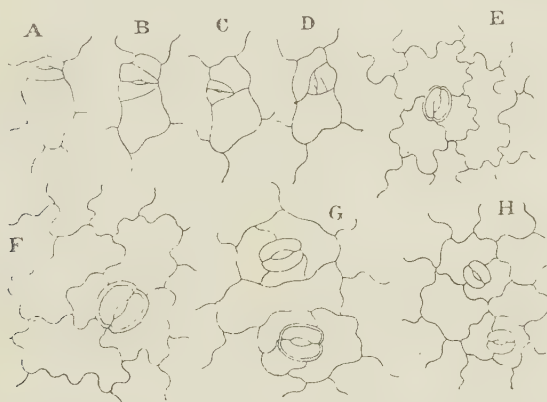


Fig. 14. — Stomates des *Gentianacées*. — A, schéma de la formation d'un stomate chez les Ményanthoïdées; B, C, D, schémas identiques chez les Gentianoïdées; E, stomates de *G. purpurea*, épiderme supérieur; F, stomates de *G. excisa*, épiderme supérieur; G, stomates de *Ch. peduncularis*; H, stomate d'*Erythræa*. G = 250 d.

tiolo étant un peu enfoncé (fig. 6, 7, Pl. IV). Dans toutes les Gentianées terrestres, on ne rencontre jamais de stomates aquifères, ni de tissu spécial à l'extrémité des dents des feuilles ou des terminaisons vasculaires principales.

La cuticule épidermique est presque toujours lisse, assez épaisse dans les espèces européennes, parfois plus ou moins striée. Mais dans les Gentianoïdées de l'Asie, et en particulier de la Chine, il n'en est pas de même.

Les cellules épidermiques se soulèvent au centre en une émergence creuse, analogue à celles que nous avons déjà décrites pour la tige. Ces éminences, le plus souvent courtes et coniques, sont nombreuses, surtout sur les bords du

limbe, qui prend une apparence plus ou moins scabre.

Quelquefois, comme chez les *Sw. Griffithsii*, *G. fastigiata*, etc., presque toutes les cellules du bord du limbe présentent ces sortes de papilles coniques, striées (Voy. Pl. IV et VI). Vu de face, l'épiderme présente l'aspect offert par la figure 8, Pl. IV. D'autres fois, ces papilles sont très élevées, cylindriques, et présentent de face, en coupe optique (1), l'image de la figure 15, Pl. IV; enfin, dans quelques espèces de *Sweetia*, chez l'*Orphium frutescens*, certaines de ces papilles s'allongent démesurément et deviennent de véritables poils unisériés avec 1, 2 cloisons (fig. 7, 8, 11, Pl. VI). L'espèce de *Sweetia* qui nous a montré ces productions les mieux développées est encore indéterminée; elle provient de la Chine, et nous a été donnée par M. Franchet, dont le travail de classification des Sweetiées de cette région est encore inachevé.

La disposition des stomates, et la conformation de l'épiderme, peuvent souvent donner de bons caractères taxinomiques.

Le mésophylle est généralement formé de cellules arrondies, sans différenciation tranchée en parenchyme palissadique. Les assises supérieures, composant la couche chlorophyllienne, ont simplement leurs cellules un peu plus ovoïdes, alignées perpendiculairement à l'épiderme, et un peu plus serrées. Le reste du mésophylle possède de nombreux et larges méats, et souvent les cellules qui le composent sont largement ondulées et rameuses (fig. 1, 2, 4, 5, Pl. III; fig. 1, Pl. VI). On rencontre cependant assez fréquemment des espèces à mésophylle franchement bifacial (fig. 2, 4, Pl. III; fig. 3, 9, Pl. VI), ou nettement homogène (fig. 3, Pl. III).

L'étude du mésophylle foliaire de ces plantes est extrêmement difficile sur les échantillons d'herbier, car il est souvent

(1) Le dessin représentant la coupe optique ne montre ni le sommet ni la base de la papille; nous avons cru cependant nécessaire d'indiquer les parois des cellules, sur lesquelles se projettent ces papilles.

impossible de faire reprendre aux tissus une forme suffisamment rapprochée de leur structure normale. Si l'on désirait faire une étude d'anatomie descriptive des espèces, il serait absolument nécessaire de se procurer des échantillons fraîchement récoltés, ou ayant été conservés dans des liquides appropriés. Pour les tiges, quoi qu'en dise Gilg (1), l'histologie, même sur les échantillons d'herbier, est toujours assez facile, en prenant quelques précautions; mais les feuilles, à cause de leur parenchyme si lacuneux, de l'absence de tissu mécanique, et aussi par suite de la gélification fréquente des membranes, ne permettent souvent que l'étude des épidermes, et de l'appareil stomatique. La transformation mucilagineuse des parois internes des cellules épidermiques et des parois des cellules du mésophylle est parfois tellement complète que, si on les plonge dans l'eau, la feuille se gonfle, se boursoufle, et prend l'aspect d'une masse gommeuse. Au microscope, on ne voit plus nettement que les deux cuticules : c'est ce qui arrive très fréquemment quand on veut étudier certaines Gentianées de l'Asie.

La gélification des parois est moins intense dans les espèces de nos pays; mais il n'est pourtant pas difficile de la constater, au moyen de l'hématoxyline, dans les *G. bavarica*, *excisa*, *verna*, *pyrenaica*, etc. Parfois, la paroi interne de l'épiderme est séparée de la paroi externe de la première rangée du mésophylle par une bande mucilagineuse (fig. 3, Pl. III). Cette transformation des membranes nous a souvent obligés, dans le chapitre d'anatomie descriptive des genres, à passer sous silence les détails de structure du mésophylle.

Enfin, une particularité intéressante de la feuille consiste dans la modification plus considérable que subissent les parois cellulaires chez certaines espèces. Ce n'est plus une simple gélification, mais une véritable transformation cornée

(1) Gilg, *loc. cit.*

ou cartilagineuse. La section *Chondrophylla* du genre *Gentiana* doit son nom à ce fait, que presque toutes les espèces qui la composent possèdent des feuilles bordées d'une lame plus ou moins large, sans chlorophylle et d'une consistance absolument comparable à du cartilage. Chez le *G. albescens*, cette chondrification atteint la moitié de la surface du limbe et donne à la plante un aspect blanchâtre tout particulier; dans la plus grande partie de la lame cornée, il ne subsiste plus que les deux épidermes, dont les parois sont énormément épaissies (fig. 6, Pl. III); mais conservent encore leurs papilles coniques.

Dans d'autres espèces, le bord corné reste peu développé et conserve l'épaisseur normale du limbe, mais toutes les parois cellulaires sont transformées. La coupe de *G. quadrifaria* (fig. 5, Pl. III) offre un excellent exemple de la structure de cette lame cornée, bordant les feuilles d'un grand nombre d'espèces.

Ményanthoïdées. — Les Ményanthoïdées possèdent deux sortes de feuilles: les unes dressées, foliolées ou entières, appartenant aux plantes marécageuses; les autres arrondies, plus ou moins cordiformes à la base, nageant à la surface de l'eau et portées sur de longues tiges ou pétioles dont nous nous sommes déjà occupé. L'épiderme est formé de cellules à parois peu ondulées, avec une cuticule assez épaisse dans les espèces à feuilles dressées, et parfois présentant un petit mamelon proéminent vers le milieu; cette production peut être rapprochée des émergences coniques et des papilles des Gentianoïdées. Les stomates sont nombreux, aux deux faces, chez les plantes à feuilles dressées, et répandus seulement à la face supérieure chez les *Limnanthemum* à feuilles nageantes. Ils dérivent toujours du schéma A, fig. 14, c'est-à-dire qu'une cloison découpe, dans la cellule mère, une petite cellule fille qui donne les deux cellules stomatiques; il n'existe alors qu'une seule cellule annexe qui acquiert un développement presque aussi grand que les cellules épidermiques voisines (fig. 10, Pl. VII; fig. 4, Pl. IX).

Les stomates sont donc toujours entourés de 4-6 cellules.

L'épiderme inférieur des feuilles nageantes des *Limnanthemum* et aussi de quelques espèces de *Villarsia* offre quelques particularités de structure intéressantes. Examinons une feuille de *Limn. Nymphoides* : la face inférieure est de coloration violet-lilas et d'aspect nettement chagriné, même à l'œil nu.

A la loupe, on aperçoit à la surface une série de plages

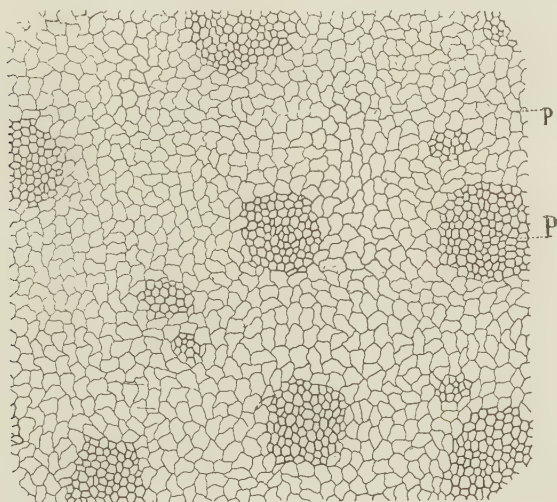


Fig. 15. — Épiderme inférieur de la feuille du *Limnanthemum Nymphoides*, vu à un faible grossissement (70 diamètres). — P, plages tannifères ; p, cellules épidermiques normales.

discoïdes, brunâtres, nettement délimitées et se distinguant facilement du reste de l'épiderme.

Un lambeau de cet épiderme, enlevé au rasoir, placé sous le microscope, montre ces plages brunes, de dimensions variables, disséminées sans ordre (fig. 15, P), formées de cellules à parois rectilignes, un peu épaissies, imprégnées d'une matière brune et contenant de nombreux grains de chlorophylle. Les sels de peroxyde de fer donnent, avec ces cellules, les réactions des matières tannoïdes qui remplissent certaines d'entre elles, et imprègnent la membrane des autres.

Les cellules épidermiques situées entre ces plages sont un peu onduleuses, à membrane excessivement mince, comme dans les feuilles nageantes des plantes aquatiques, et contiennent un pigment violet-lilas. C'est ce pigment qui donne à la face inférieure de la feuille l'aspect signalé plus haut, et la plupart des physiologistes paraissent s'accorder aujourd'hui à lui reconnaître la fonction d'absorber les rayons calorifiques inutilisés par la chlorophylle, pour servir ainsi à emmagasiner la chaleur nécessaire à la formation des hydrates de carbone de la plante.

À un plus fort grossissement (fig. 2), on constate que les plages tannifères (P) abritent un mésophylle serré, dont les cellules contiennent un grand nombre de plastides chlorophylliens.

En coupe transversale (fig. 2, Pl. IX), la feuille offre : un épiderme supérieur à nombreux stomates, formés de deux petites cellules stomatiques à parois peu épaisses, découpées dans les cellules épidermiques ; un parenchyme chlorophyllien de trois à quatre assises de cellules allongées, elliptiques, dont les plus internes laissent entre elles de nombreux méats ; ce parenchyme occupe environ la moitié de l'épaisseur de la feuille ; un mésophylle très lacuneux avec, çà et là, de rares sclérites rameux, lisses, que l'on considère généralement comme l'élément de défense de la plante contre la dessiccation ; enfin un épiderme inférieur hétérogène, sans stomates.

On ne rencontre jamais, dans cette feuille, comme dans celles de toutes les *Ményanthoïdées*, ni poils tecteurs, ni cristaux d'oxalate de calcium.

L'épiderme inférieur est très intéressant. La plupart des cellules épidermiques normales contiennent, en solution, le pigment violacé dont il a été question ; elles sont assez grandes et séparées des lacunes aquifères par une ou deux épaisseurs de cellules du mésophylle. Au niveau des plages tannifères, les cellules épidermiques sont, au contraire, plus petites, et les assises sous-jacentes de cellules sont sem-

blables, assez riches en chloroplastides; elles paraissent provenir de divisions ultérieures de ces mêmes cellules épidermiques.

Il serait intéressant de connaître la signification biologique de ces modifications si particulières de l'épiderme que personne, à notre connaissance, n'a encore signalées.

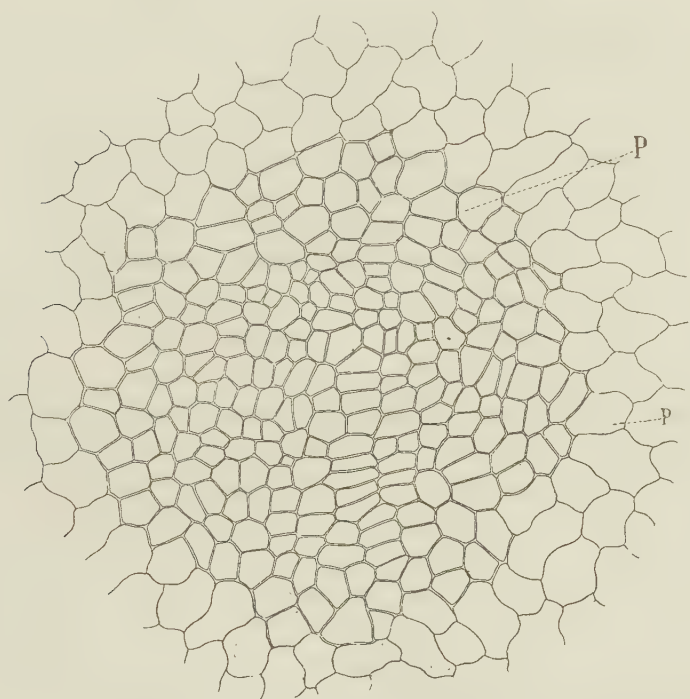


Fig. 16. — Portion de l'épiderme inférieur de la feuille du *L. Nymphoides*, vue à un fort grossissement (180 diamètres). — P, plages tannifères; p, cellules épidermiques normales.

Aucune relation n'existe entre les terminaisons vasculaires des nervures et ces plages tannifères. On est, sans doute, en présence d'une adaptation particulière de la plante à la vie aquatique. Peut-être ces plages représentent-elles des sortes de réflecteurs de la lumière solaire; la présence d'un plus grand nombre de chloroplastides à cet endroit, ainsi que la structure particulière des cellules, viendraient à l'appui de cette hypothèse.

Les plages en question condenseraient, pour ainsi dire, la lumière sur la chlorophylle, et le pigment violet des cellules épidermiques qui les entourent, en absorbant les rayons inutilisés par la chlorophylle, augmenterait la quantité de calorique nécessaire à ces sortes de feuilles, qui sont en contact avec un milieu liquide, dont la température est toujours inférieure à celle de l'air ambiant, au moins pendant la période active de la végétation.

Nous avons constaté, de plus, que les Algues inférieures et les parasites animaux, larves d'Insectes ou de Mollusques, venaient, de préférence, se fixer sur ces plages épaissies. Un échantillon de *Limnanthemum*, croissant hors de l'eau dans le Jardin botanique du Muséum, possédait aussi ces plages, mais leur nombre avait visiblement diminué, et elles avaient beaucoup perdu de leurs dimensions et de l'épaississement de leurs cellules. Peut-être, en adaptant lentement la plante à ces conditions nouvelles d'existence, pourrait-on faire disparaître ces formations, dont la présence est absolument constante sur tous les échantillons normaux des provenances les plus diverses.

Les plages tannifères ne sont pas l'apanage exclusif de la face inférieure du limbe foliaire ; on les retrouve assez abondantes sur le pétiole, les feuilles du calice, la paroi ovarienne, en grand nombre sur la gaine foliaire, et, çà et là, sur la tige rhizomateuse. Elles apparaissent de très bonne heure et sont déjà très bien formées dans le bourgeon.

La plupart des feuilles des genres *Limnanthemum* et *Villarsia* en sont pourvues, avec des caractères plus ou moins tranchés.

Le *Villarsia parnassifolia* F. von Müller, que nous avons pu cultiver dans les serres du Jardin de l'École supérieure de pharmacie (1), ainsi que les *Limn. Humboldtianum* et *lacunosum* Griseb., en offrent un bon exemple pour l'étude. Toutefois, nous appellerons seulement l'attention, pour le

(1) Nous devons les échantillons de culture de cette plante à l'obligeance de M. le professeur Haberlandt (de Grätz).

moment, sur une espèce américaine de la Floride, le *Limn. aquaticum* (1), dont nous avons pu nous procurer quelques fragments à l'Herbier du Muséum.

La face inférieure de la feuille nageante de cette espèce est d'une couleur pourpre violacé, chagrinée à tel point

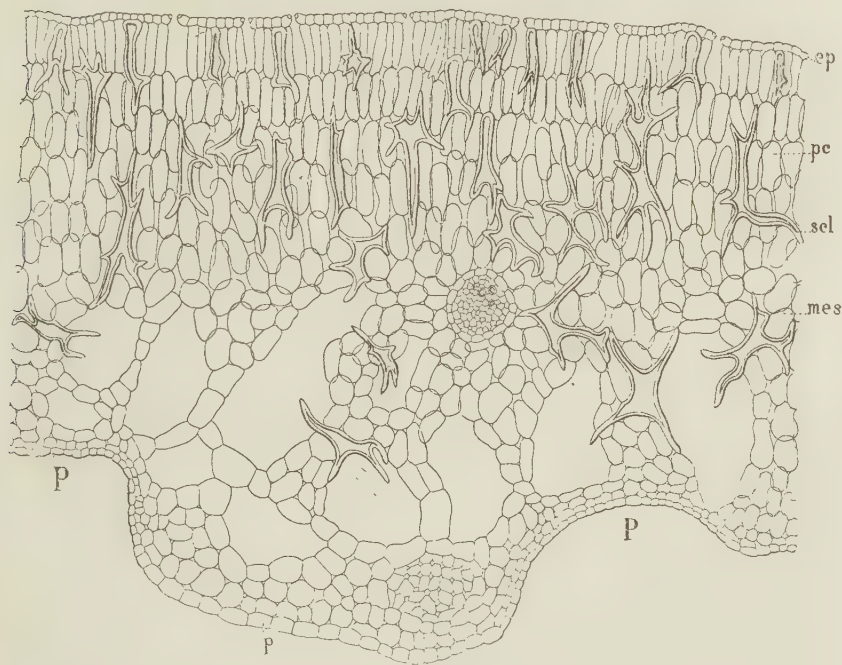


Fig. 17. — Coupe transversale du limbe foliaire du *Limnanthemum aquaticum*. — *ep*, épiderme supérieur; *pc*, parenchyme chlorophyllien; *mes*, mésophylle lacuneux; *scl*, sclérites; *P*, plages tannifères; *p*, cellules épidermiques à pigment. G = 240 d.

qu'elle est devenue rugueuse; elle paraît offrir l'exagération des productions particulières, signalées dans notre *Limnanthemum* indigène.

Sous l'épiderme supérieur stomatifère (*ep*, fig. 4) se trouve d'abord un parenchyme palissadique, comprenant deux

(1) Cette espèce, dont nous n'avons pu établir encore l'identité, ne présente pas les caractères du *Villarsia aquatica* Gmelin ou *Limnanthemum lacunosum* Griseb.

assises de cellules assez serrées,* puis deux autres assises cellulaires de forme plus ovoïde, écartées les unes des autres. On remarque de nombreux sclérites (*scl*) rameux, lisses, et allongés perpendiculairement aux deux épidermes. Le mésophylle est extrêmement lacuneux, et les lacunes sont séparées par des diaphragmes transversaux formés de petites cellules à méats quadrangulaires, analogues à celles de beaucoup d'autres plantes aquatiques. Mais ce qui distingue et caractérise nettement cette feuille, c'est la conformation de la face inférieure.

Elle présente en effet un grand nombre de disques en relief, limités par des cellules épidermiques (*p*) à parois minces, contenant, en solution, un pigment de couleur pourpre violacé.

Entre ces disques, les parties déprimées ont, au contraire, un épiderme formé de cellules plus petites, avec quelques assises sous-jacentes semblables, imprégnées de matières tannoïdes. Elles nous paraissent être homologues des plages tannifères du *Limnanthemum Nymphoides*. Ces dépressions constituent parfois de véritables cryptes dans lesquelles on rencontre une faune et une flore assez variées : des œufs de Mollusques, des larves d'Insectes aquatiques, des Algues de toutes sortes, etc... Elles deviennent pour ainsi dire les *domaties* des feuilles de ces plantes aquatiques.

Contrairement à ce que l'on observe chez les Gentianées terrestres, des stomates aquifères se rencontrent sur toutes les feuilles des espèces aquatiques. Ils sont réunis par petits groupes, soit à l'extrémité des dents des feuilles (*Menyanthes*, *Nephrophyllidium*, beaucoup de *Villarsia*), soit simplement aux bords du limbe, aux endroits où viennent se réunir certaines terminaisons vasculaires.

Les stomates aquifères communiquent toujours avec un tissu spécial, déjà nommé *épithème* par de Bary (1), dans lequel viennent se noyer les terminaisons vasculaires.

(1) De Bary, *Vergleich. Anat.*, p. 392.

Haberlandt (1) donne à l'ensemble de ces formations, qu'il considère comme des organes de sécrétion et d'excrétion d'eau, le nom d'*hydathodes*. Les organes qui nous occupent sont donc des *hydathodes avec épithème et stomates aquifères*.

Dans toutes les Ményanthoïdées, ces organes sont très faciles à voir à l'œil nu, sur le bord du limbe; ils sont bien



Fig. 18. — Coupe perpendiculaire au limbe de la feuille du *Vill. parnassifolia* et passant par la nervure médiane suivant sa direction longitudinale. — StA, stomate aquifère; cs, cellule spiralée; E, épithème; V, derniers vaisseaux.

développés chez le *M. trifoliata*, moins apparents sur la feuille nageante du *L. Nymphoides*. Ils paraissent un peu plus volumineux chez les espèces à feuilles dressées, mais leur structure reste sensiblement la même. La coupe du *Vill. parnassifolia* montre un stomate aquifère situé à l'extrémité d'une dent de la feuille, muni d'une chambre sous-stomatique large, qui le sépare de l'épithème formé de cellules arrondies, petites, avec de nombreux méats. Cette masse

(1) Haberlandt, *Das tropische Laubblatt* (Sitzungb. der k. k. Akad. Wien., juillet 1894).

glanduleuse contient de nombreuses cellules spiralées, dont les plus éloignées de l'extrémité du limbe coiffent la terminaison vasculaire (*v*, fig. 18).

Dans le *M. trifoliata* et quelques autres *Villarsia*, les stomates aquifères sont tous disposés à la face inférieure, et les cellules spiralées sont extrêmement nombreuses; elles partent de la terminaison du faisceau dans toutes les directions, en éventail, et sont reliées entre elles par les petites cellules de l'épithème. Dans les *Limnanthemum*, au contraire, le nombre de cellules spiralées est très réduit; il n'y a plus qu'une petite masse d'épithème en relation avec un paquet de 8-10 gros stomates aquifères, situés à la face supérieure. Chez ces mêmes espèces, il arrive fréquemment que l'épiderme se détruit, et que les vaisseaux viennent se dérouler directement dans l'eau ambiante; ce phénomène n'entraîne la mortification que d'une petite portion du tissu tout autour de la blessure et la feuille continue à vivre; néanmoins, cette destruction ne se produit que quand les conditions d'existence de la plante sont mauvaises, surtout si l'eau est mal aérée ou mal renouvelée; de plus, elle a toujours lieu à l'endroit des hydathodes. Borodin (1) a déjà signalé l'apparition normale de semblables trous ou déchirures, à la place des stomates aquifères de certaines plantes: *Ranunculus divaricatus*, *Hottonia*, *Callitriche*, etc.

Plus récemment, Sauvageau (2) a signalé, chez quelques Monocotylédones aquatiques, à l'extrémité des feuilles submergées, une ouverture dite *apicale*, par laquelle les trachées viennent se dérouler à l'extérieur dans l'eau. Il est permis de rapprocher cette particularité des formations dont il vient d'être question, et, d'après quelques observations personnelles, nous avons tout lieu de croire que l'on peut considérer cette ouverture apicale comme physiologiquement équivalente aux hydathodes des plantes vivant hors de l'eau.

(1) Borodin, *Bot. Zeit.*, 1870.

(2) C. Sauvageau, *Sur les feuilles de quelques Monocotylédones aquatiques* (Ann. Sc. nat. Bot., 1891).

Le mésophylle des Ményanthoïdées est toujours bifacial, les cellules chlorophylliennes supérieures ont une forme presque toujours nettement différente des cellules de la partie inférieure. Cette dernière est extrêmement lacuneuse, mais ces lacunes sont analogues à celles de la tige et présentent des diaphragmes transversaux dont l'un est facile à voir dans la figure 17.

Ces lacunes sont surtout développées dans les espèces nageantes (fig. 2, Pl. IX). Chez le *Menyanthes*, beaucoup de *Villarsia*, les lacunes sont discontinues et se présentent plutôt comme de vastes méats rappelant ceux des Gentianées terrestres (fig. 8, Pl. VII).

Le mésophylle contient de nombreux sclérites ramifiés dans tous les sens, sauf dans les *Menyanthes*, *Nephrophyllidium* et quelques *Villarsia*; souvent ces sclérites sont allongés et disposés perpendiculairement à l'épiderme (fig. 17) et on les considère, avec juste raison, comme un moyen de défense de la plante contre la sécheresse. En effet, si de semblables feuilles subissaient la moindre dessiccation, elles ne pourraient se réimbiber et reprendre leur forme primitive. Leur mode de végétation, dans les marécages, explique donc la présence de ces nombreux sclérites.

La structure des nervures rappelle celle des pétioles; les ramifications se terminent toujours par de grosses cellules spiralées (réservoirs vasiformes de Vesque) très développées (fig. 3, Pl. VIII) et l'ensemble est généralement protégé par un amas de sclérites; dont les branches s'entrecroisent souvent pour former une sorte de gaine protectrice très efficace.

§ 6. — Pièces florales.

Le *calice* présente fréquemment des carènes ailées, souvent très développées dans beaucoup d'espèces de Gentianoïdées; le mésophylle est homogène, et les cellules épidermiques sont toujours munies d'une petite proéminence conique rarement papilleuse.

La *corolle* est partout anatomiquement semblable ; ses deux épidermes sont formés de cellules très régulières, mamelonnées surtout vers la face extérieure. Chez les *Chlora* et autres espèces où la corolle est appliquée étroitement contre l'ovaire, la croissance de ce dernier distend le tube de la corolle ; le limbe devient pour ainsi dire membraneux, mais les faisceaux libéroligneux persistent toujours pendant très longtemps, même quand les lobes sont flétris. L'épiderme interne, dans ce cas, est très mince et réduit à de très petites cellules.

L'*androcée* est composé d'étamines à anthères basifixes ou dorsifixes. Nous avons déjà étudié les principaux modes de déhiscence, avec lesquels la structure anatomique de l'anthère est évidemment en corrélation directe. Le plus souvent, la paroi de l'anthère est excessivement mince, réduite à l'épiderme cutinisé et à deux ou trois assises de cellules mécaniques à épaississements lamelleux ou spiralés très nombreux. Tout le tissu de l'anthère, sauf quelques cellules du connectif entourant le faisceau libéroligneux, est généralement muni de bandes d'épaississements. Enfin, dans quelques genres, la paroi mitoyenne aux deux loges de l'anthère s'épaissit et forme, en son milieu, un bourrelet qui proémine parfois très fortement à l'intérieur de chaque loge. Il arrive, pour certains *Exacum*, que ces proéminences parlagent presque complètement en deux chacune des loges, et que l'anthère paraît être divisée en huit sacs polliniques (M, N, fig. 19).

Le *gynécée* ne nous intéresse ici qu'au point de vue de l'ovaire. Ce dernier est formé de deux carpelles, qui se soudent par leurs bords pour donner, chez les Gentianoïdées, une capsule à déhiscence septicide, dont les valves forment deux bourrelets placentaires portant des ovules presque toujours anatropes horizontaux, à funicule court. La marche des faisceaux dans les verticelles floraux du *G. ciliata* et du *Menyanthes trifoliata* est exposée dans le travail de M. Grelot (1). La

(1) Grelot, *Sur le système libéroligneux floral* (Thèse Fac. Sc. Paris, 1898, p. 24-25).

placentation est souvent différente et mérite d'être décrite un peu longuement. Le cas normal nous est offert par le genre *Gentiana* et quelques autres (A, fig. 19). Chez les *Sweetia*, *Pleurogyne*, etc., les feuilles carpellaires se touchent simplement par leurs bords, et l'on ne trouve pas de renflements placentaires; les ovules sont attachés sur tout le pourtour de la paroi (B, fig. 19). Dans *Schultesia*, *Erythræa*, *Chlora*, *Lisianthus*, etc., les bords des carpelles se rencontrent profondément vers l'intérieur dans la cavité ovarienne, mais

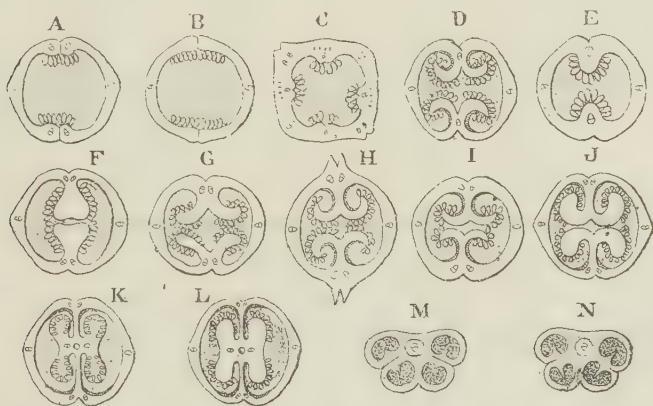


Fig. 19. — A, L, Coupe transversale schématique d'ovaires montrant les différences de placentation. — A, *Gentiana*; B, *Swertia*; C, *Gentiana ciliata*; D, *Schultesia*; E, F, *Halenia*; G, *Sabbatia*; H, *Lisianthus*; J, *Erythræa centaurium*; K, *Exacum*; L, *Sebæa*; M, N, schéma d'anthères d'*Exacum*.

sont peu renflés et portent les ovules directement attachés sur eux; dans les *Sabbatia*, au contraire, les placentas sont volumineux (G, fig. 19); les *Halenia* présentent d'énormes mamelons placentaires, souvent très proéminents et divisant presque entièrement l'ovaire en deux loges (E, F, fig. 19); enfin, les *Exacum*, *Sebæa*, *Curtia*, *Belmontia*, etc., nous offrent des exemples d'ovaires devenus franchement biloculaires par développement des lames placentaires et soudure au centre. Les faisceaux libéroligneux des placentas sont eux-mêmes disposés dans la masse parenchymateuse axile; à la déhiscence, facilitée par la présence de tissu mécanique à la courbure, la paroi médiane se rompt, les valves

s'écarter, laissant subsister au centre le massif placentaire avec ses graines. La placentation est dans ce cas réellement axile; mais, pour nous, l'ovaire est faussement biloculaire, car toutes les espèces ne présentent pas une soudure aussi intime des placentas et, dans certaines d'entre elles, les lames placentaires sont simplement accolées et se séparent à la déhiscence comme chez les *Erythræa*.

Dans beaucoup d'autres cas, les placentas se touchent parfois au centre, mais il n'y a jamais fusion et l'ovaire est seulement d'apparence biloculaire. La déhiscence est intéressante, surtout chez les espèces à bords placentaires fortement incurvés. Dans la courbure interne, l'épiderme s'épaissit, et les cellules sous-jacentes subissent des séries de divisions radiales nombreuses; leurs parois se subérifient, surtout latéralement, et constituent des bandes d'épaississements évidemment appelées à jouer un rôle mécanique pour la déhiscence.

Dans d'autres cas, les cellules sous-épidermiques se garnissent de bandes d'épaississements irréguliers, mais dirigés surtout radialement (*Tm*, fig. 20).

Yohow avait déjà montré que l'ouverture des valves, chez quelques Gentianées, dépend de l'état hygrométrique; elle est plus facile par l'humidité pour les ovaires à paroi cellulosique, tandis qu'elle se fait mieux par la sécheresse, si les parois internes sont cutinisées.

Dans ces dernières espèces, la courbure s'accentue encore intérieurement, et les bords des carpelles s'écarter; la figure 20 montre en *s* l'endroit de la déhiscence.

L'épiderme extérieur de l'ovaire, souvent peu développé, à cuticule épaisse, se montre assez fréquemment formé de longues cellules, à paroi mince, et remplies d'une substance laiteuse plus ou moins jaunâtre et gluante, analogue à un latex résineux, colorable par l'orcanette acétique seulement. Cette particularité de structure de l'épiderme de l'ovaire ne se rencontre que dans les espèces dont le tube de la corolle est intimement appliqué contre l'ovaire, et,

en général, elle n'existe que dans celles qui présentent des placentas recourbés fortement vers l'intérieur. Chez les Ményanthoïdées, l'ovaire est généralement indéhiscent (fig. 4, 6, Pl. VIII), arrondi, ovoïde ou irrégulièrement aplati (*L. Nymphoides*), charnu chez le *Liparophyllum Gunnii*.

Les graines provenant d'ovules anatropes sont arrondies,



Fig. 20. — Portion placentaire d'un ovaire de *Chlora perfoliata* dont le bord du carpelle se recourbe profondément vers l'intérieur de la cavité. — *flu*, faisceau libéroligneux ; *g*, graines encore très jeunes ; *Tm*, tissu mécanique de la déhiscence ; *s*, ligne de soudure des carpelles par où s'est faite la déhiscence ; *E*, épiderme glanduleux de l'ovaire.

souvent oblongues, et assez fréquemment elliptiques, aplaties par pression réciproque, car elles sont toujours, à de rares exceptions près, extrêmement nombreuses dans le fruit. Leur tégument est chagriné, bosselé, réticulé, alvéolé, etc. ; elles sont parfois carénées ou ailées. Enfin, dans les *Exacum*, elles sont logées dans de petites cryptes creusées dans l'intérieur des bourrelets placentaires.

Dans les Ményanthoïdées, les graines sont arrondies,

comme chez les *Menyanthes trifoliata* (fig. 5, Pl. VIII) ou aplaties, ailées (*L. Nymphoides*) (fig. 1, 2, Pl. VIII). Le faisceau libéro ligneux du funicule se prolonge tout autour de la graine (fig. 1, 2, 5, 11, Pl. VIII). Le tégument est parfois garni de poils formés par des prolongements unicellulaires des cellules externes, qui présentent aussi, en général, des épaississements plus ou moins réguliers (fig. 7 et 8, Pl. VIII).

Nectaires. — Les nectaires sont très fréquents sur le calice, la corolle, les anthères et à la base de l'ovaire.

Amidon. — Toujours très rare, parfois en grains petits isolés dans le parenchyme.

Tannin. — Le tannin ne se trouve localisé dans des cellules spéciales, isolées ou disposées en files courtes, que chez les espèces aquatiques; dans les Gentianées terrestres, il imprègne souvent les membranes de certaines cellules, et en particulier de l'endoderme, comme chez la plupart des *Gentiana*.

Oxalate de calcium. — Chez les *Gentianoïdées*, on peut dire que l'excrétion d'oxalate de calcium est générale. Il se présente le plus souvent en grains isolés, informes, dont l'étude nécessite l'emploi de la lumière polarisée. Il n'est pas rare, cependant, comme on le verra dans le chapitre suivant, de rencontrer de très petits cristaux prismatiques ou octaédriques, ou même de fins prismes aciculés. L'oxalate de calcium manque totalement chez les *Ményanthoïdées*.

CHAPITRE III

DISTRIBUTION GÉOGRAPHIQUE.

Les Gentianacées comptent de nos jours environ 750 espèces. Elles sont répandues sur toute la surface du globe, aussi bien dans la région des glaciers et les contrées boréales que sous les climats brûlants des tropiques. Les stations les plus différentes possèdent des représentants de

cette nombreuse famille ; on en rencontre dans les prairies, les bois, les steppes, sur le littoral de la mer, et dans les marais et les rivières.

Le genre *Gentiana*, qui renferme à lui seul 300 espèces, manque complètement en *Afrique* ; il est très répandu dans toute l'Europe, sauf le sud de l'Italie et la Grèce ; dans les hautes montagnes de l'Asie, sauf l'Arabie ; dans la région Indo-Malaise, l'Australie méridionale, la Tasmanie, la Nouvelle-Zélande, dans l'Amérique du Nord et tout le long de la chaîne des Andes.

Le genre *Sweetia*, le mieux représenté ensuite par le nombre, ne compte qu'une seule espèce dans la partie moyenne de l'Europe ; mais, en revanche, une grande quantité d'espèces croissent dans les régions montagneuses de l'Asie, et quelques-unes dans les plaines des Indes Orientales. En Océanie, on ne connaît de *Sweetia* qu'à Java ; ils sont nombreux dans l'Amérique du Nord et sur les hautes montagnes de l'Afrique tropicale, ainsi qu'à Madagascar.

Quelques genres sont franchement caractéristiques de certaines régions (beaucoup d'*Héliées* sont localisées au Brésil), mais le plus souvent l'aire d'extension géographique des genres est extrêmement étendue ; ainsi, pour le genre *Microcala*, composé seulement de deux espèces, on trouve l'une, le *M. filiformis*, dans toute l'Europe moyenne, l'autre, le *M. quadrangularis*, croît exclusivement en Amérique.

CHAPITRE IV

CLASSIFICATION.

La plupart des botanistes descripteurs qui se sont occupés, depuis Grisebach, de la famille des Gentianacées, se sont heurtés à de nombreuses difficultés pour le partage en tribus. Toutes les espèces sont en effet très affines, et, quand les auteurs ont cherché à s'appuyer seulement sur quelques caractères de morphologie externe, il en est résulté que des

plantes extrêmement proches parentes se sont trouvées parfois très éloignées dans le système. C'est ainsi que Bentham et Hooker, en accordant trop d'importance au développement des placentas et par conséquent à la forme de l'ovaire, ont exposé une classification ne représentant que rarement les affinités naturelles. Baillon s'était contenté de partager la famille en quatre séries. Enfin Gilg donne la préférence à la structure du pollen, pour le partage en sous-familles, tribus et sous-tribus ; bien que nous ne voulions rien préjuger des qualités ni des défauts d'une telle classification, nous pensons cependant qu'elle groupe jusqu'à présent le mieux ces espèces, en les rapprochant par leurs affinités. D'ailleurs, cette étude du pollen au microscope est très facile, et on ne saurait nier son importance dans la systématique de la famille.

Nous suivrons donc cette classification dans la description anatomique des genres, qui fait l'objet du deuxième chapitre de ce travail, et nous terminons ce premier chapitre par le tableau dichotomique donné par Gilg, pour les diverses tribus des Gentianacées.

GENTIANACÉES

- A.** Pollen isolé ou réuni en tétrades, sphérique ou oblong, ovoïde ou un peu recourbé, mais jamais comprimé d'un côté. — Pétales tordus ou rarement imbriqués, jamais valvaires, parfois enroulés sur leurs bords. Feuilles opposées décussées.

1^{re} Sous-famille..... **Gentianoïdées.**

- a.* Pollen en grains sphériques ou oblongs, avec trois fentes longitudinales portant chacune au milieu un pore germinatif..... **I. GENTIANÉES.**

- α.* Pollen minuscule. Exine lisse non différenciable de l'intine. Cotylédons à peine visibles. Ovaire biloculaire. Stigmate simple, parfois légèrement bordé... **1. Exacinées.**

- β.* Pollen de grandeur moyenne. Exine très apparente lisse ou finement ponctuée. Feuilles germinatives très nettes. Ovaire presque toujours uniloculaire..... **2. Erythrinées.**

- γ.* Pollen très gros. Exine finement ponctuée. Bois avec ilots criblés. Corolle presque rotacée. Ovaire uniloculaire.. **3. Chironiïnées**

- δ.* Pollen gros. Exine finement gibbeuse ; les

petites bosses sont disposées en rangées régulières, ou en réseau irrégulier.

Ovaire uniloculaire..... 4. *Gentianinées*.

ε. Pollen gros. Exine munie d'épaississements en relief analogues à des cordons et arrangés en réseau régulier..... 5. *Tachinées*.

β. Pollen en gros grains isolés sans fentes germinatives. Exine munie de grosses gibbosités régulièrement espacées. Pores germinatifs très petits placés à l'équateur du grain. Ovaire biloculaire avec placentas fourchus fortement enroulés vers l'intérieur.....

II. *RUSBYANTHÉES*.

γ. Pollen avec grains réunis en tétrades arrondies, à trois pores germinatifs. Les tétrades sont souvent agglutinées en masses polliniques...

III. *HÉLIÉES*.

d. Pollen isolé, faiblement arqué. Exine non différenciable de l'intine sans fentes germinatives avec deux pores polaires. Saprophytes sans chlorophylle, à grandes fleurs; rhizome bulbeux. Capsule entièrement déhiscente....

IV. *VOYRIÉES*.

e. Pollen isolé, ovoïde. Exine non différenciée avec un pore germinatif apical. Plantes sans chlorophylle à souche délicate; capsules s'ouvrant vers le milieu d'une façon irrégulière, comme une sorte de lanterne.....

V. *LEIPHAIMÉES*.

B. Pollen isolé, comprimé sur un côté. Vu d'en haut, le grain apparaît triangulaire avec un pore germinatif à chaque angle; vu de profil, il est elliptique ou presque sphérique. Pétales à préfloraison valvaire, à bords fortement recourbés et frangés. Feuilles prenant généralement naissance sur le rhizome, toujours isolées.

2^e Sous-famille..... *Ményanthoidées*.

DEUXIÈME PARTIE

DESCRIPTION ANATOMIQUE DES GENRES

Cette seconde partie est entièrement consacrée à l'étude anatomique de plus de 250 espèces de Gentianacées appartenant à 48 genres différents. Chaque tribu est précédée du tableau synoptique des genres qui la composent dans la classification de Gilg, exposée antérieurement. Chaque partie de la plante est étudiée comparativement dans chaque genre, et seules les espèces européennes sont presque toujours l'objet d'une description histologique spéciale.

CHAPITRE PREMIER

GENTIANOÏDÉES.

I. — GENTIANÉES.

1. *Exacinées.*

Pollen isolé, arrondi. Exine indistincte, lisse; les trois fentes germinatives à peine différenciées. Ovaire biloculaire, dont la cloison porte les placentas qui, à la déhiscence de la capsule, se détachent de la paroi du fruit et forment une masse centrale portant les ovules.

- A.** — Anthères glanduleuses avec un pore apical d'où partent des fentes plus ou moins allongées.
- a.* Anthères généralement biloculaires, s'ouvrant par deux pores apicaux..... 1. *Exacum.*
 - b.* Anthères d'apparence uniloculaire par résorption de la paroi mitoyenne, avec un seul pore apical. Saprophytes sans chlorophylle..... 2. *Cotylanthera.*
- B.** — Anthères à déhiscence longitudinale, très souvent glanduleuses. Tube de la corolle plus ou moins allongé.
- a.* Étamines insérées dans les sinus des lobes de la corolle. Corolle infundibuliforme ou à tube cylindrique court..... 3. *Sebæa.*

b. Étamines insérées dans le tube :

- α. A la base : plantes et fleurs petites..... 4. *Lagenias*.
 β. Au-dessus des sinus des lobes de la corolle :
 fleurs grandes..... 5. *Belmontia*.

Exacum Linn.

SYN. — *Chondropsis* Raf., *Floyeria* Neck., *Paracelsa* Zoll. et Mort.

MORPH. EXT. — Plantes herbacées rarement sous-ligneuses, souvent très ramifiées avec des feuilles sessiles et engainantes. Les fleurs sont 4-5-mères, de grandeur et couleur variables, disposées en fausses ombelles. Les lobes du calice sont trinerviés, lisses ou carénés, imbriqués; la corolle possède un tube court, avec des lobes tordus à bord gauche recouvert; les étamines sont insérées dans le tube; les anthères droites, obtuses, ont 2 pores de déhiscence se prolongeant souvent vers la partie inférieure par deux fentes. Pollen petit, lisse. Ovaire biloculaire, par soudure plus ou moins intime des rebords des feuilles carpellaires, très proéminentes vers l'intérieur, et surmonté d'un stigmate capité ou parfois bilobé. Capsule septicide; les deux valves se séparent de la cloison médiane qui porte les placentas. Les graines, très petites, nombreuses, réticulées, pourvues d'un albumen abondant et d'un petit embryon axile, sont presque toujours enclavées dans des petites logettes creusées dans le tissu placentaire.

HAB. — 25-30 espèces répandues dans l'Asie subtropicale et tropicale, l'archipel Malais, Madagascar et l'Afrique tropicale.

ESPÈCES ÉTUDIÉES. — *E. pedunculatum* L., *E. affine* Balf., *E. tetragonum* Roxb., *E. chironioides* Gr., *E. macranthum* Arn., *E. zeylanicum* Roxb., *E. Wightianum* Gr., *E. bicolor* Roxb., *E. Perrottetti* Perr., *E. ovale* Gr., *E. Metzianum* Hohenh., *E. bellum* Hance.

MORPH. INT. — *Racine*. — Écorce primaire caduque jusqu'à l'endoderme dont les cellules présentent peu de cloisons radiales. Souvent aussi ce dernier s'exfolie, et les cellules extérieures du péricycle se subérifient pour protéger la racine; il ne se forme pas de véritable périderme. Dans le péricycle de l'*E. Metzianum*, on trouve quelques sclérites. Le liber est peu épais, souvent lacuneux à la partie externe; le bois est extrêmement dense, avec d'assez larges vaisseaux et parfois, vers le centre de la racine, on rencontre des îlots inclus de parenchyme mou, dans lesquels il n'est pas rare (*E. macranthum*, *bellum*, etc.) de voir des paquets de tubes criblés.

Tige. — Elle présente généralement quatre côtes longitudinales, souvent épaisses, très proéminentes et parfois membraneuses (*E. bicolor*, *ovale*, *chironioides*, etc.), ou même

aliformes (*E. tetragonum*). Ces ailes sont surtout développées à la partie supérieure des tiges et sur les pédoncules floraux.

L'écorce est peu épaisse, rarement lacuneuse (*E. affine*). Le liber forme une bande continue avec 3-4 assises d'origine secondaire. La zone externe du bois, extrêmement lignifiée, renferme cependant d'assez nombreux vaisseaux ; ces derniers sont en grand nombre dans la zone interne. Les trachées primaires sont noyées dans une bande périmédullaire parenchymateuse qui contient aussi des fascicules criblés surnuméraires. Quelquefois, le tissu qui entoure les trachées, se lignifie aussi, et les tubes criblés paraissent inclus à la partie périphérique interne du bois (fig. 1, Pl. V). Après cette bande annulaire parenchymateuse, la moelle présente un anneau de sclérenchyme d'épaisseur variable suivant les espèces, contenant généralement de fins cristaux prismatiques d'oxalate de calcium (*E. macranthum*, *bellum*, etc.), et très rarement quelques petits fascicules criblés (*E. Wightianum*).

La partie centrale de la moelle se résorbe presque toujours.

Feuille. — L'étude de la feuille sur les échantillons secs d'herbier est extrêmement difficile. Le mésophylle, toujours lacuneux, ne reprend jamais sa forme normale, quels que soient les procédés employés.

Les nervures principales des feuilles des *Exacum* sont, généralement, très proéminentes à la face inférieure, et forment une espèce de carène (*E. Wightianum*, *Metzianum*) ou une membrane aliforme (*E. macranthum*, *tricolor*). Le péridesme de ces nervures, qui n'ont qu'un seul arc vasculaire, est peu développé et ne contient qu'une faible quantité de tubes criblés. Le limbe possède un épiderme supérieur à parois cellulaires, généralement recticurvilignes, avec une cuticule épaisse, striée ou fortement ridée, soulevée souvent en papilles coniques courtes. Mésophylle à peu près homogène, très lacuneux, avec des cellules un peu plus ovales et

plus serrées à la partie supérieure, formant un parenchyme chlorophyllien plus ou moins dense. Les stomates sont larges, entourés de trois cellules dont deux cellules annexes plus petites, rares à la face supérieure, fréquents sur l'épiderme inférieur dont les parois cellulaires sont ondulées (fig. 4, Pl. VI).

Anthère. — Les cellules épidermiques sont pourvues de papilles coniques bien apparentes. Le tissu mécanique est extrêmement développé, et fréquemment la paroi des sacs polliniques présente des proéminences parenchymateuses qui séparent parfois presque entièrement en deux parties chacun de ces sacs polliniques (*Ex. tricolor*, M, N, fig. 19).

Ovaire. — Les bords des feuilles carpellaires, recourbés profondément vers l'intérieur, se soudent d'une façon plus ou moins intime vers le centre, et l'ovaire devient ainsi toujours biloculaire. La masse placentaire centrale porte les ovules profondément enclavés dans l'intérieur de son tissu, et à la maturité les graines sont logées dans de petites excavations; ce fait est caractéristique du genre *Exacum*. La paroi ovarienne est abondamment pourvue de tissu mécanique, et, à la déhiscence du fruit, les valves s'écartent par rupture de la paroi médiane, laissant en place la colonne placentaire portant les graines.

La soudure des feuilles carpellaires, au centre, est rarement intime; c'est, d'ordinaire, un simple accollement (*Ex. Perrottetti*).

Les graines sont arrondies, à tégument crustacé formé de grandes cellules polygonales très épaissies, avec des ornements réticulés donnant une structure d'apparence alvéolaire.

Oxalate de calcium répandu en fins cristaux prismatiques, peu nombreux, épars dans les divers parenchymes et le mésophylle de la feuille.

Cotylanthera Bl.

Trois petites espèces saprophytes, sans chlorophylle avec des feuilles réduites à quelques écailles, dont nous n'avons pu nous procurer aucun échantillon.

Sebæi R. Br.

MORPH. EXT. — Herbes annuelles peu élevées avec des feuilles souvent écailleuses; fleurs petites, 4-5-mères, jaunes, souvent réunies en bouquets multiflores, ou bien sessiles et terminales. Calice profondément découpé; corolle à tube cylindrique avec des lobes tordus; étamines insérées dans les sinus interlobaires avec des anthères dressées, recourbées en arrière vers le sommet qui porte une petite glande pédonculée; deux autres petites glandes se rencontrent aussi fréquemment à la base. Ovaire biloculaire, avec un style muni d'un bourrelet de poils vers son milieu et surmonté d'un stigmate capité ou bilobé. Capsule septicide; les placentas réunis au centre portent les graines dont le tégument est réticulé.

HAB. — Environ 20 espèces des régions tropicales et subtropicales de l'Ancien Monde.

ESPÈCES ÉTUDIÉES. — 1° Fleurs 4-mères : *S. albens* (L.) R. Br., *S. aurea* (L.) R. Br., *S. albidiflora* F. v. M.; 2° Fleurs 5-mères : *S. ovata* R. Br., *S. crassulifolia* Cham. et Schl.

MORPH. INT. — *Racine*. — Généralement très petite, à structure binaire, présentant une écorce primaire caduque et un endoderme dont les cellules possèdent 2-4 cloisons secondaires radiales. Le liber est mince, et le bois intérieurement sclérifié avec çà et là quelques larges vaisseaux.

Tige. — Presque toujours quadrangulaire avec 4 côtes parfois membraneuses, réduites à l'épaisseur des deux assises épidermiques (*S. ovata*), ou bien au contraire très épaisses avec un parenchyme collenchymateux (*S. aurea*, *albens*). Parenchyme cortical à cellules arrondies, limité par un endoderme dont les cellules sont grandes, et portent des plissements très nets.

Le liber est extrêmement réduit; il forme une bande de 2-4 assises de cellules parenchymateuses, dans laquelle sont disséminés des paquets de fins tubes criblés s'appuyant souvent directement au bois et à l'endoderme; la lignification atteint parfois jusqu'aux cellules de la région péricyclique. Chez le *S. crassulifolia*, le liber est un peu plus épais, et se présente comme une bande continue de 4-5 assises de cellules. Le

bois est extrêmement compact et scléreux à la partie externe, et ses éléments sont d'autant moins épaissis qu'on les examine plus près du centre. Les trachées sont disséminées dans un parenchyme mou se continuant vers la moelle; c'est dans cette zone périmédullaire que l'on rencontre les petits fascicules criblés. La partie centrale de la moelle se résorbe.

Feuilles. — Épiderme à cuticule lisse, mésophylle très lacuneux, même dans la partie chlorophyllienne composée de grandes cellules plus allongées qu'à la partie inférieure (fig. 1, Pl. VI); le parenchyme chlorophyllien est très distinct chez *S. crassulifolia*. Stomates nombreux à la face inférieure avec deux cellules annexes.

Ovaire. — Biloculaire par une fausse cloison placentaire portant au centre les ovules, qui ne sont pas enclavés comme dans les *Exacum*.

Oxalate de calcium. — Assez abondant en très petits cristaux isolés dans les parenchymes, ou groupés en fin sable cristallin, ou même en prismes aiguillés dans des cellules spéciales.

Lagenias E. Mey.

Une seule petite espèce herbacée de la colonie du Cap, que nous n'avons pu nous procurer.

Belmontia E. Mey.

SYN. — *Exochænum* Gr.

MORPH. EXT. — Herbes annuelles, d'un aspect charmant, simples ou ramifiées, à feuilles sessiles ou embrassantes, à grandes et belles fleurs jaunes hétérostyles avec des inflorescences en cymes peu ramifiées. Fleurs 5-mères; lobes du calice ailés sur le dos, ceux de la corolle sont tordus; les étamines sont insérées dans le tube qui est cylindrique. Anthères allongées, droites ou incurvées au sommet, avec une glande apicale et deux basales (I, fig. 1). Ovaire biloculaire avec placentas réunis en masse au centre, surmonté d'un style muni d'un bouquet de poils et terminé par un stigmate variable. Capsule septicide à colonne placentaire centrale, analogue à celle des genres précédents.

HAB. — Environ 15 espèces de l'Afrique tropicale et australe.

ESPÈCE ÉTUDIÉE. — *Belmontia cordata* (L.) E. Mey.

MORPH. INT. — *Racine.* — Écorce parenchymateuse très

épaisse avec un endoderme à cellules simples; le liber est important et le bois est très lignifié avec de larges vaisseaux.

Tige. — Quatre arêtes épaisses, et d'autres petites côtes longitudinales. Écorce peu lacuneuse, liber réduit, bois très serré; de nombreux petits amas criblés pérимédullaires.

Feuilles. — Cuticule lisse, épaisse, gonflant par l'eau. Mésophylle homogène, lâche, dont les parois cellulaires sont parfois un peu gélifiées.

Oxalate de calcium. — Très rare; quelques fins cristaux épars dans les parenchymes.

2. *Érythræinées.*

Pollen isolé, arrondi ou ovale. Exine franchement distincte de l'intine, lisse ou très rarement munie de fines granulations. Trois fentes germinatives bien apparentes. Ovaire presque toujours uniloculaire avec placentas pariétaux. Plantes rarement vivaces, peu élevées, à petites fleurs.

A. Graines attachées sur les placentas peu proéminents.

a. Fleurs régulières nombreuses; étamines toutes fertiles.

α. Étamines à filet élargi à la base, comme une sorte d'écaille.....

6. *Enicostemma.*

β. taminés à filet filiforme.

I. Stigmate capité ou en massue, faiblement lobé.

1) Herbes dressées, petites. Stigmate informe.

* Anthères toujours libres.

† Calice découpé au moins jusqu'au milieu; étamines insérées dans les sinus interlobaires. Feuilles en touffe épaisse.....

7. *Farao.*

†† Calice avec quatre dents très courtes. Étamines insérées dans les sinus.....

8. *Microcala.*

††† Calice à lobes étroits, acuminés, carénés. Étamines insérées à des hauteurs variables dans le tube.....

9. *Curtia.*

* * Anthères sagittées, accolées en tube au moins pendant leur jeunesse.....

10. *Tapeinostemon.*

2) Herbes volubiles. Stigmate présen-

- tant à la partie antérieure basale
deux courtes arêtes..... 11. *Bisgoepper-*
tia.
- II. Stigmate nettement différencié, profondément bilobé.
- 1) Fleurs axillaires isolées, disposées à la partie supérieure en une sorte d'épi, les feuilles étant réduites à l'état de bractées 12. *Neurotheca*.
- 2) Fleurs franchement en cymes.
- ★ Étamines insérées dans les sinus interlobaires..... 13. *Geniostemon*
- ★ ★ Étamines insérées dans le tube ou à la base :
- † Plantes très petites. Corolle à tube cylindrique..... 14. *Cicendia*.
- †† Herbes d'assez belle taille. Corolle rotacée ou hypocraté-
riforme :
- Anthères non tordues... 15. *Sabbatia*.
- Anthères tordues. Fleurs
7-10 mères. Corolle
rotacée..... 16. *Lapitheia*.
- Anthères presque tou-
jours tordues. Corolle
hypocratériforme, ra-
rement rotacée.... 17. *Erythræa*.
- III. Stigmate deux fois fourchu..... 18. *Chlora*.
- b. Fleur régulièrement radiée; une seule étamine fertile.
- α. Stigmate capité; plantes petites fortement ramifiées..... 19. *Hoppea*.
- β. Stigmate bilobé; plantes herbacées assez élevées, simples, non ramifiées..... 20. *Schinziella*.
- c. Fleurs zygomorphes. Lobes de la corolle irrégulièrement tordus ou plus ou moins imbriqués; plusieurs étamines stériles..... 21. *Canscora*.
- B. Graines disposées non seulement près des bords soudés des carpelles, mais sur toute l'étendue de la paroi ovarienne. Corolle imbriquée. Plantes demi-saprophytes, verdâtres.
- a. Calice à quatre dents..... 22. *Bartonia*.
- b. Calice à deux grands sépales foliacés, libres.... 23. *Obolaria*.

Enicostemma Bl.

SYN. — *Henicostemma* Endl., *Hippion* Spr., *Slevogtia* Rchb., *Adenema* G. Don.

MORPH. EXT. — Petite plante vraisemblablement bisannuelle, à feuilles opposées lancéolées-linéaires avec des fleurs jaunes, pentamères, en glomérules axillaires. Calice étroit, campanulé; corolle en coupe évasée à

lobes tordus. Étamines insérées vers le milieu du tube et dont le filet porte, à la base, intérieurement, une petite écaille; anthères droites avec un large connectif prolongé jusqu'à la gorge de la corolle (H, fig. 4). Pollen de grosseur moyenne avec une exine distincte de l'intine et trois fentes germinatives. Ovaire uniloculaire à placentas peu proéminents; style très court et stigmaté capité. Capsule bivalve; graines très nombreuses, arrondies, finement réticulées.

HAB. — 1 seule espèce que l'on rencontre dans les Indes, l'archipel Malais et l'Afrique tropicale : *Enicostemma verticillatum* (L) Engl.

MORPH. INT. — *Racine*. — Parenchyme cortical épais, avec quelques larges cellules fibreuses dans la partie interne; liber bien développé; bois entièrement lignifié avec d'assez nombreux vaisseaux.

Tige. — Quatre côtes longitudinales; parenchyme cortical épais; liber mince, mais formant une bande annulaire continue très nette; bois scléreux sans rayons médullaires; moelle très volumineuse dont la portion périphérique contient de nombreux amas criblés, adossés à la pointe des faisceaux ligneux.

Feuille. — Cuticule presque lisse; mésophylle bifacial avec 2-3 assises chlorophylliennes assez différenciées. Épiderme inférieur à parois ondulées, portant de nombreux stomates à deux cellules annexes plus petites.

Oxalate de chaux en cristaux très fins, isolés et rares.

Faroa Welw.

MORPH. EXT. — Herbes annuelles peu élevées à feuilles grêles. Fleurs disposées en cymes terminales ou axillaires, petites, courtement pédonculées, 4-mères avec un calice campanulé présentant parfois cinq lobes, à nervure médiane proéminente formant carène. Corolle hypocratériforme à lobes tordus. Étamines insérées dans les sinus interlobaires dont les filets portent cinq écailles au niveau de la gorge de la corolle; anthères cordiformes, introrses. Ovaire uniloculaire à placentas peu proéminents; capsule arrondie, ovoïde, septicide, avec des graines sessiles à tégument réticulé.

HAB. — 8 espèces de l'Afrique.

ESPÈCE ÉTUDIÉE. — *Faroa salutaris* Welw.

MORPH. INT. — *Tige*. — Quatre arêtes aliformes, un peu épaisses; parenchyme cortical non lacuneux; liber réduit à de petits amas isolés de tubes criblés, s'appuyant sur l'endoderme et le bois qui est extrêmement lignifié dans sa

région externe. Les fascicules criblés pérимédullaires sont nombreux et assez volumineux, formant une bande presque continue adjacente au bois; la moelle centrale est résorbée.

Feuille. — Mésophylle à peu près homogène, plus serré à la face supérieure; tissu criblé péridermique abondant dans les faisceaux des nervures.

Oxalate de chaux rare, en fins cristaux.

Microcala Lk. et Hoffmsgg.

SYN. — *Franquevillea* Salisb., *Ischaleon* Ehrh.

MORPH. EXT. — Petites herbes annuelles, grêles, peu ramifiées, à fleurs tétramères, longuement pédonculées. Calice campanulé à dents courtes, portant de quatre à huit arêtes longitudinales; corolle tubuleuse à lobes courts, tordus; étamines insérées dans les sinus; anthères sagittées non exsertes. Ovaire uniloculaire avec deux faibles placentas, style allongé surmonté d'un stigmate capité plus ou moins émarginé. Capsule septicide dont les bords des valves portent de nombreuses petites graines à épaississements alvéolaires de 0^{mm},55 à 0^{mm},60 de diamètre.

HAB. — 2 petites espèces : l'une originaire de la Californie et de l'Amérique du Sud, l'autre des régions tempérées de l'Europe et de l'Asie.

ESPÈCE ÉTUDIÉE. — *M. filiformis* (L.) Lk., caractérisée par les feuilles imbriquées, à bord gauche recouvert dans le bouton; de plus, le tube de la corolle présente, au-dessous des lobes, un bourrelet proéminent, puis une anfractuosité prononcée (1).

MORPH. INT. — *Racine.* — Écorce à larges lacunes, limitée par un endoderme à cellules simples. Liber peu épais; bois complètement lignifié sans tubes criblés intraligneux.

Tige. — Elle est arrondie avec un parenchyme cortical homogène, largement méatique (fig. 3, Pl. V). Liber réduit à de petits paquets de tubes criblés appuyés sur l'endoderme et le bois; ce dernier est presque entièrement composé de sclérenchyme ponctué à éléments assez larges. De nombreux petits ilots de tubes criblés sont disséminés au pourtour de la moelle.

Feuille. — Épiderme à cuticule mince, avec de rares stomates à la face supérieure. Mésophylle bifacial (fig. 3, Pl. VI) avec une seule assise de tissu palissadique.

(1) Cette espèce, ainsi que *Cicendia pusilla*, a été récoltée dans la forêt de Sénart.

Curtia Cham. et Schlecht.

SYN. — *Schueblera* Mart., *Apophragma* Gr., *Thurnhausera* Pohl.

MORPH. EXT. — Herbes annuelles, grêles, à petites feuilles opposées ou verticillées par 3 ou 4, sessiles; fleurs 4-5-mères petites, rouges ou jaunes, réunies en cymes plus ou moins contractées. Calice à dents carénées, courtes, aiguës; corolle infundibuliforme, à tube assez long avec des lobes courts, tordus, ovales-lancéolés. Étamines insérées, suivant les espèces, à des hauteurs variables; anthères allongées, souvent accolées en tube avec un connectif large, et généralement non exsertes. Ovaire uniloculaire, quelquefois d'apparence biloculaire; style et stigmate variables; capsule dont les bords incurvés portent de nombreuses petites graines réticulées.

HAB. — 8 espèces endémiques au Brésil et à la Guyane.

ESPÈCES ÉTUDIÉES. — *C. verticillaris* (Spr.) Knobl., *C. tenuifolia* (Aubl.) Knobl., *C. tenella* Cham et Schlecht.

MORPH. INT. — *Racine*. — Écorce en partie persistante avec un endoderme à cellules non cloisonnées; bois compact entièrement lignifié.

Tige. — 6-8 petites côtes longitudinales; épiderme à cuticule striée; écorce mince, lacuneuse avec un endoderme à plissements très nets. Liber en lame continue bien développée (*C. verticillaris*) ou bien très réduit, surtout dans les pédicelles floraux (*C. tenuifolia*). Bois à zone extérieure extrêmement lignifiée présentant d'assez nombreux vaisseaux vers la partie interne. Les fascicules criblés périmedullaires sont très rapprochés et séparés seulement par quelques cellules de parenchyme médullaire.

Feuille. — Épiderme supérieur à cuticule striée, fréquemment soulevée en papilles courtes, avec des parois recticurvilignes, sans stomates; épiderme inférieur ondulé, avec de nombreux stomates entourés de trois cellules. Mésophylle bifacial, très lacuneux avec 1-2 assises palissadiques.

Oxalate de calcium assez répandu, en fins cristaux isolés, ou réunis en amas dans des cellules spéciales.

Ovaire d'apparence biloculaire; cependant, chez le *C. verticillaris*, il existe une véritable cloison analogue à celle des Exacinées, et la paroi ovarienne est aussi munie de tissu mécanique.

Tapeinostemon Benth.

Petites plantes à port d'*Erythraea* dont on connaît 3 espèces au Brésil et à la Guyane.

Bisgæppertia O. Kze.

SYN. — *Gæppertia* Gr.

Deux petites espèces originaires de Cuba.

Aucun représentant de ces 2 genres n'a pu être étudié, faute d'échantillons.

Neurotheca Salisb.

SYN. — *Octopleura* Benth.

MORPH. EXT. — Herbes grêles, souvent très ramifiées à feuilles réduites à des écailles dans l'inflorescence. Fleurs 4-mères petites, isolées, sessiles à l'aisselle des écailles foliacées, ce qui donne à l'inflorescence l'apparence d'une grappe. Calice dont les dents sont parcourues par 8 arêtes proéminentes; corolle infundibuliforme à lobes tordus avec un tube élargi à la base. Étamines insérées vers le milieu du tube; ovaire uniloculaire à placentas peu saillants.

HAB. — 1 espèce : *N. læselioides* (Benth.) Benth. et Hook., originaire du Brésil, de la Guyane et aussi de l'Afrique tropicale.

MORPH. INT. — *Tige*. — Quatre arêtes longitudinales; écorce lacuneuse; liber réduit aux petits amas de tubes criblés inclus dans le sclérenchyme ligneux qui s'appuie sur l'endoderme. Nombreux fascicules criblés pérимédullaires.

Feuille. — Mésophylle homogène très lacuneux; stomates entourés de trois cellules.

Oxalate de calcium en très fins cristaux peu abondants.

Geniostemon Engelm. et Gray.

MORPH. EXT. — Herbes ramifiées, de très faibles dimensions, à feuilles réduites, sessiles; fleurs bleues, petites, 4-mères, pédonculées. Calice à 4 dents aiguës, allongées; corolle à lobes ovales, tordus de longueur égale à celle du tube. Anthères introrses, dorsifixes; style allongé à stigmate capité parfois creusé en coupe. Capsule allongée, uniloculaire, dont les valves portent de nombreuses petites graines arrondies.

HAB. — 2 espèces de Mexico.

ESPÈCE ÉTUDIÉE. — *G. Schaffneri* Engelm et Gray.

MORPH. INT. — *Tige*. — Quatre arêtes larges et peu sail-lantes. Parenchyme cortical à petits méats; plissements endodermiques très subérifiés; liber réduit comme dans

l'espèce précédente; bois très scléreux; fascicules criblés périmédullaires nombreux.

Feuille. — Mésophylle assez homogène, tissu criblé péri-desmique abondant. Épiderme à cuticule striée.

Pas d'oxalate de calcium.

Cicendia Adans.

MORPH. EXT. — Petite plante très ramifiée, à feuilles grêles; fleurs rosées 4-mères, disposées en cyme bipare. Calice profondément découpé en 4 dents linéaires, finement dentées sur les bords, et réunies à la base par une membrane transparente. Étamines non exsertes, insérées dans la moitié supérieure du tube de la corolle; anthères ovales, arrondies, plus ou moins dorsifixes. Ovaire uniloculaire à placentas bien apparents, surmonté d'un style court à stigmate largement bilobé dépassant à peine les étamines. Capsule bivalve, remplie de graines dont les épaississements du tégument ont une apparence alvéolaire.

HAB. — 1 seule espèce répandue en France, dans le nord de l'Espagne et de l'Italie: *C. pusilla* (Lam.) Gr.

MORPH. INT. — *Racine.* — La racine terminale, comme celle de la plupart des autres Gentianées, possède une écorce caduque et un liber assez développé; il persiste vers la partie centrale du bois une portion assez notable de parenchyme mou, dans lequel prennent naissance de petits paquets de tubes criblés surnuméraires.

Tige. — Elle est un peu quadrangulaire avec une écorce méatique homogène peu épaisse; les cellules épidermiques sont grandes, à cuticule lisse (fig. 4, Pl. V); l'endoderme présente des plissements très accusés, et le liber forme une bande continue relativement épaisse. Le bois, en files radiales très nettes, est surtout sclérénchymateux et les amas criblés périmédullaires sont assez volumineux.

Feuille. — Mésophylle très lacuneux à peu près homogène; épiderme à cuticule lisse, stomates à deux cellules annexes plus petites que les voisines. Cette espèce se différencie facilement de *M. filiformis*, par les seuls caractères anatomiques.

Sabbatia Adans.

MORPH. EXT. — Herbes annuelles ou bisannuelles, dressées, simples ou ramifiées, à feuilles sessiles ou embrassantes. Fleurs blanches, roses ou

pourprées souvent très belles, grandes, 5-12-mères, disposées en cymes plus ou moins lâches; calice réfléchi, conique ou campanulé avec 5-12 dents linéaires plus grandes que le tube; corolle à tube court, rotacé, à lobes élargis, ovales; étamines insérées dans la gorge de la corolle, à filets courts, avec des anthères allongées, dressées, récurvées ou enroulées en arrière après l'anthèse (J, fig. 1), mais jamais tordues. Ovaire uniloculaire à placentas très saillants, avec un style court, surmonté d'un stigmate divisé en deux grands lobes linéaires (B, fig. 2). Capsule septicide, contenant de nombreuses petites graines à tégument presque lisse.

HAB. — 12-13 espèces, toutes originaires de l'Amérique du Nord.

ESPÈCES ÉTUDIÉES. — *S. chloroides* Pursh., *S. angularis* Pursh., *S. campestris* Nutt., *S. Elliottii* Stend., *S. calycosa* Pursh.

MORPH. INT. — *Racine* (1). — Parenchyme cortical généralement très lacuneux avec un endoderme à cellules simples et à parois latérales très scléreuses (*S. chloroides*); le liber peu épais, parenchymateux, contient de petits îlots de fins tubes criblés; le bois, entièrement lignifié (*S. chloroides*), présente dans la partie centrale un amas de parenchyme mou contenant des tubes criblés (*S. angularis*, *Elliottii*, etc.).

Tige. — La *tige souterraine* ou *rhizome* présente une écorce lacuneuse très épaisse; un liber analogue à celui de la racine; un bois très compact, avec des îlots criblés surnuméraires dans la portion périphérique de la moelle, qui est entièrement scléreuse.

La *tige aérienne* est généralement arrondie, munie de quelques faibles côtes irrégulières (*S. campestris*, *calycosa*) ou quatre ailes bien apparentes (*S. angularis*, *Elliottii*). Écorce épaisse, lacuneuse, avec endoderme à plissements très subérifiés dans les tiges âgées. Le liber est parfois réduit aux petits paquets de tubes criblés dont les cribles sont horizontaux avec une seule perforation (*S. chloroides*), ou bien il est plus épais et forme une bande continue de l'épaisseur de 4-5 assises de cellules de parenchyme. Le bois est généralement peu développé, très sclérenchymateux ou quelquefois très vasculaire (*S. angularis*). Les fascicules criblés surnuméraires de la moelle sont en amas isolés, surtout dans la partie périphérique souvent scléreuse, à éléments

(1) Grâce à l'obligeance de M. le professeur Farlow, nous avons pu étudier le *S. chloroides* à l'état frais.

allongés finement ponctués (*S. chloroides*) ; la partie centrale de la moelle se résorbe et les cellules qui bordent la lacune ainsi formée prennent des cloisons tangentielles et constituent une bordure protectrice subérifiée.

Feuille. — Épiderme à cuticule généralement lisse, sans papilles ; mésophylle à peu près homogène composé de cellules arrondies avec de nombreux petits méats, un peu plus ovoïdes et serrées dans la zone chlorophyllienne. Les stomates sont entourés de trois cellules annexes plus petites ; ils ont pris naissance par quatre cloisonnements successifs de la cellule mère (D, fig. 15).

Oxalate de calcium abondant surtout dans le rhizome où certaines cellules sont remplies de fin sable cristallin ; on rencontre en outre de petits cristaux épars dans les divers parenchymes.

Lapithea Gr.

MORPH. EXT. — Petite plante herbacée à feuilles linéaires, à grandes fleurs rouges, 7-10-mères, isolées ou réunies en capitules entourés de bractées linéaires. Dents du calice inégales ; corolle presque rotacée à lobes tordus ; étamines insérées à la gorge, courtes, avec les anthères dressées, tordues en spirale après l'anthèse. Ovaire uniloculaire à placentas proéminents ; stigmatte découpé en 2 lobes lamellaires. Capsule ovale à mésocarpe un peu charnu, avec des graines nombreuses à tégument réticulé.

HAB. — 1 espèce : *L. gentianoides* (Ell.) Gr., dans les forêts de l'Amérique du Nord, de la Caroline au Texas.

MORPH. INT. — *Tige.* — 6-8 côtes longitudinales peu saillantes et rapprochées symétriquement par quatre ; cuticule très épaisse, parenchyme cortical lacuneux, liber en lame continue relativement peu épaisse, bois compact ; quelques cellules médullaires se sclérifient pour protéger les îlots criblés périmédullaires.

Feuille. — Nervures épaisses, très ligneuses ; cuticule striée ; mésophylle homogène lacuneux ; stomates à trois cellules annexes.

Erythræa L. C. Rich.

SYN. — *Hippocentaurea* J. A. Schult., *Centaurella* Delarb., *Centaureum* Gilib., *Gyrandra* Gr., *Schenkia* Gr.

MORPH. EXT. — Herbes annuelles ou vivaces, dressées, plus ou moins ramifiées à feuilles sessiles ou amplexicaules. Fleurs presque toujours 3-mères, rarement 4-mères, parfois hétérostyles, de couleur rougeâtre, jaune ou blanche, en cymes terminales corymbifères ou spiciformes plus ou moins lâches. Calice campanulé à lobes carénés; corolle à tube souvent court, rotacée ou hypocratériforme avec des lobes réfléchis; étamines insérées dans le tube qu'elles dépassent à peine, et dont les anthères dressées se tordent plus ou moins en spirale après l'anthèse. Ovaire uniloculaire à placentas fortement proéminents à l'intérieur avec un style allongé, terminé par un stigmaté divisé en deux lobes de forme variable. Capsule septicide à bords des feuilles carpellaires très involutés; graines nombreuses à tégument réticulé.

HAB. — 25-30 espèces variables, répandues sur toute la surface du globe, extrêmement affines, avec un nombre considérable de variétés et de formes, considérées souvent comme des espèces réelles; une revision monographique serait nécessaire.

ESPÈCES ÉTUDIÉES. — SECT. I. — *EVERYTHREA* Gr. : *E. Centaurium* (L.) Pers., *E. ramosissima* Pers., *E. latifolia* Sm., *E. tenuifolia* Pers., *E. diffusa* Woods, *E. Douglasii* Gray, *E. linarifolia* Pers., *E. quitensis* H.B.K., *E. texensis* Gr.

SECT. II. — *TRYCHOSTYLUS* Gr. : *E. Roxburghii* Don, *E. caspica* Fisch., *E. macrantha* Hook et Arn.

SECT. III. — *SPICARIA* Gr. : *E. spicata* (L.) Pers., *E. australis* R. Br., *E. seabœoides* Gray.

SECT. IV. — *XANTHEA* Reichb : *E. maritima* Wild.

MORPH. INT. — SECT. I. — *E. Centaurium*. — *Racine*. — Structure binaire à formations secondaires presque exclusivement ligneuses (fig. 21). Écorce primaire caduque jusqu'à l'endoderme dont les cellules présentent de 1-3 cloisons secondaires radiales. Le liber est peu épais, pauvre en tubes criblés, mais en revanche il existe dans la partie centrale du cylindre ligneux des îlots criblés assez volumineux. Au collet, la moelle apparaît et on y distingue immédiatement, ainsi que dans le parenchyme intervasculaire, de nombreux fascicules criblés, orientés dans tous les sens (fig. 21).

Tige. — La tige primaire se développe comme il a été dit dans le premier chapitre; le tissu conducteur prend naissance dans une bande méristématique, les tubes criblés extérieurs et intérieurs d'abord, puis les trachées. L'activité cambiale secondaire a lieu sur une grande épaisseur, et la lignification, un peu tardive, se fait brusquement quand la tige a atteint son développement presque normal. Souvent, dans les cellules primaires qui entourent les trachées, il se

forme de petits foyers de multiplication produisant des tubes criblés qui, après la lignification, paraissent situés dans le bois; mais les plus volumineux des fascicules criblés surnuméraires, sont situés dans la moelle.

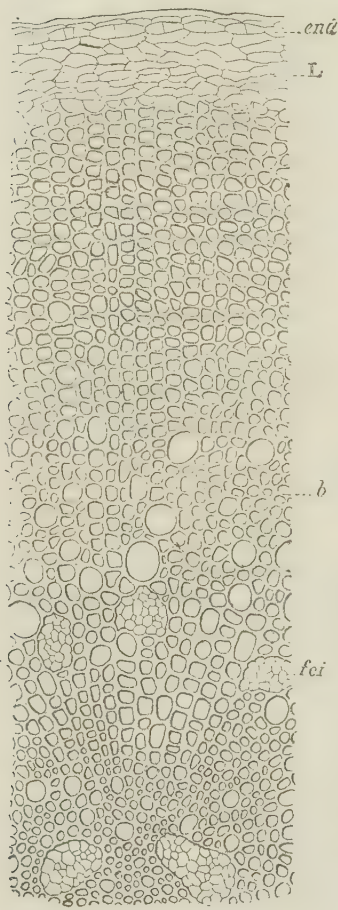


Fig. 21. — Coupe transversale d'une racine d'*Erythræa Centaurium*. — *end*, endoderme; *b*, bois; *l*, liber; *fei*, fascicule criblé intraligneux. G = 150 d.

Feuille. — Épiderme à cuticule lisse peu épaisse; méso-phyllle lacuneux. Parenchyme chlorophyllien représenté par 2 assises de cellules elliptiques lâches, occupant près de la moitié de l'épaisseur totale du limbe. Nervures principales très proéminentes à la face inférieure, où elles constituent des cordons d'épaisseur au moins égale à celle du limbe. Épiderme ondulé, avec des stomates inclus dans la cellule mère qui leur a donné naissance, et 3 cellules accessoires petites.

Ovaire dont le bord des feuilles carpellaires, incurvé profondément, forme 4 placentas qui se rencontrent au centre, et qui paraissent accolés intimement quand l'ovaire est jeune. Cependant il se produit plus tard une lacune centrale, et, à la déhiscence, les 4 lames

s'écartent l'une de l'autre; elles ne forment pas de colonne placentaire analogue à celle des *Exacum*.

Oxalate de calcium en prismes isolés, très nets, épars seulement dans le parenchyme chlorophyllien de la feuille.

E. ramosissima Pers. (*E. pulchella* Fr.) ne diffère anatomiquement du précédent que par la feuille dont le mésophylle est franchement bifacial, et comprend une assise de cellules palissadiques formant $\frac{1}{5}$ de l'épaisseur du limbe; les nervures sont aussi plus proéminentes; l'ovaire est toujours uniloculaire, et *il n'y a pas d'oxalate de calcium*.

Autres espèces. — *Racine.* — Elle présente toujours un liber mince et un bois très dense, avec des fascicules criblés intraligneux vers le centre.

Tige. — Elle est quadrangulaire, souvent ailée (*E. texensis*, *tenuifolia*, *Douglasii*, etc.) ou arrondie (*E. latifolia*).

Feuille. — Épiderme à cuticule toujours lisse, avec des stomates à 3 cellules annexes plus petites; mésophylle généralement bifacial, parfois d'une façon peu accentuée, parfois au contraire présentant, soit 2 assises de cellules chlorophylliennes allongées (*E. linarifolia*, *texensis*...), soit même 3 assises (*E. latifolia*).

Oxalate de calcium généralement très rare dans la tige, sauf chez l'*E. linarifolia*, un peu plus abondant dans le mésophylle de la feuille.

Ovaire toujours uniloculaire, avec longues cellules épidermiques externes, remplies d'oléorésine, à paroi mince; le tissu mécanique interne est d'ordinaire bien développé (*E. diffusa*, *linarifolia*...).

SECT. II. — *Racine.* — Structure analogue aux espèces précédentes, les fascicules criblés intraligneux étant d'autant moins nombreux que le liber extérieur est plus important (*E. Roxburghi*).

Tige. — Mêmes caractères anatomiques.

Feuille. — Mésophylle à peu près homogène, les cellules sous-épidermiques supérieures sont un peu plus serrées et disposées plus régulièrement (*E. caspica*, *macrantha*).

SECT. III. — *Racine.* — Le bois présente de larges flots de parenchyme non lignifié avec tubes criblés.

Tige. — 4 ailes longitudinales; liber assez développé; fascicules criblés surnuméraires nombreux dans toute la

moelle, mais surtout à la périphérie; bois extrêmement fibreux (*E. australis*) ou très vasculaire (*E. sebæoides*).

Feuille. — Mésophylle à peu près homogène avec 1-2 assises de cellules à chlorophylle (*E. spicata*).

SECT. IV. — *E. maritima*. — Mêmes caractères anatomiques que les autres espèces; la tige possède 4 arêtes ailées et un bois extrêmement fibreux peu vasculaire; le liber y est extrêmement réduit, et les cellules endodermiques ont une dimension relativement considérable; la feuille, dont le mésophylle est homogène, est protégée par une cuticule lisse, très épaisse.

CARACTÈRES ANATOMIQUES GÉNÉRAUX DU GENRE ERYTHRÆA.
— *Racine.* — Structure primaire diarche; écorce primaire caduque; liber peu important; bois scléreux, avec amas centraux de parenchyme non lignifié contenant des tubes criblés surnuméraires.

Tige. — Structure normale des autres plantes de la famille.

Feuille. — Épiderme à cellules ondulées, avec une cuticule lisse et des stomates inclus dans la cellule mère, entourés de 3 cellules annexes, très rarement 4. Mésophylle largement lacuneux, par exception franchement bifacial.

Ovaire uniloculaire, parfois d'apparence biloculaire, les bords incurvés des carpelles se touchant tangentiellement au centre. Par suite de l'accolement intime du tube de la corolle à l'ovaire, les cellules épidermiques ont des parois minces très allongées perpendiculairement à la surface; elles sont remplies de gouttelettes d'oléorésine plus ou moins blanche, jaunissant à l'air. La paroi interne est généralement munie de tissu mécanique pour la déhiscence de la capsule.

Oxalate de calcium souvent très rare, isolé en petits cristaux, surtout dans le mésophylle.

Chlora Linn.

SYN. — *Blackstonia* Huds., *Sequiera* Manetti.

MORPH. EXT. — Plantes herbacées annuelles, dressées, couvertes d'une

pruine blanchâtre, à feuilles opposées, souvent cornées, avec des fleurs jaunes, 6-10-mères, en cymes terminales lâches. Calice profondément divisé, corolle à tube court, avec des lobes larges et réfléchis. Étamines à filet court, insérées à la partie supérieure du tube avec des anthères allongées basifixes. Pollen arrondi à exine granuleuse. Ovaire uniloculaire à placentas pariétaux assez proéminents; style peu allongé, persistant, terminé par un stigmate bilobé. Graines très nombreuses, ridées.

HAB. — 3 espèces variables de forme, répandues dans le sud de l'Europe, le nord de l'Afrique et l'ouest de l'Asie.

ESPÈCES ÉTUDIÉES. — *Ch. perfoliata* (L.) Wild., *Ch. serotina* Koch., *Ch. imperfoliata* L.

MORPH. INT. — *Ch. perfoliata*. — *Racine*. — Écorce primaire à cellules s'exfoliant successivement; liber surtout parenchymateux, peu abondant; bois extrêmement dense, surtout à la périphérie, sans rayons médullaires, formé de nombreuses fibres munies de ponctuations simples ou aréolées. Quelques amas de cellules, restées parenchymateuses vers le centre, contiennent des tubes criblés.

Tige. — Le développement se fait comme chez les *Erythræa*, mais la lignification atteint tout le tissu jusqu'à l'endoderme, emprisonnant les îlots de tubes criblés. Le bois est très scléreux, avec peu de vaisseaux d'étroite ouverture. La portion périphérique de la moelle contient de nombreux petits fascicules criblés. Contrairement à l'opinion de Baillon (1), nous n'avons vu chez ces plantes aucun appareil laticifère.

Feuille. — Épiderme à cuticule lisse, à cellules ondulées avec des stomates sur les deux faces, entourés de 3 cellules annexes plus grandes que dans les *Erythræa*. Mésophylle homogène, spongieux, à l'intérieur duquel on rencontre fréquemment les tubes mycéliens du *Peronospora Chlora*, sans qu'aucune lésion extérieure ne fasse pressentir tout d'abord l'existence de ce parasite.

Oxalate de calcium abondant dans la partie chlorophyllienne du mésophylle, en cristaux prismatiques et plus rarement octaédriques.

Ovaire. — Il présente, comme chez les *Erythræa*, une

(1) Baillon, *Hist. des Plantes*, t. X, p. 124.

adhérence intime avec le tube de la corolle qui s'allonge avec la croissance de la capsule, et donne à celle-ci l'apparence d'un ovaire infère. L'épiderme est également composé de longues cellules à paroi mince et à contenu laiteux.

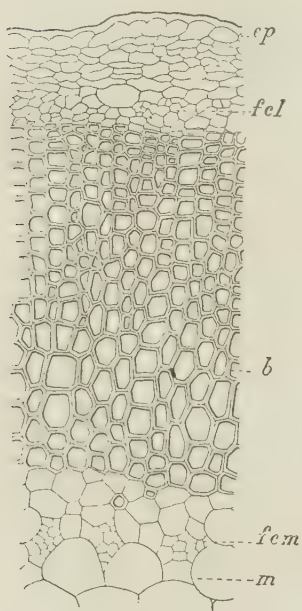


Fig. 22. — Tige de *Chlora serotina*. — *ep*, épiderme; *fcl*, fascicule criblé libérien; *b*, bois; *fcm*, fascicule criblé médullaire; *m*, moelle.

Ch. serotina. — La structure anatomique de la *racine* et de la *tige* est tout à fait analogue à celle de la plante précédente; cependant, le bois de la racine est plus riche en vaisseaux. La *feuille* se distingue par son mésophylle plus serré, dont la rangée de cellules supérieures constitue une assise palissadique assez nette. L'examen approfondi d'un grand nombre d'échantillons de provenances diverses, pourrait seul indiquer si cette différence de structure foliaire est constante et possède une valeur taxinomique réelle.

Ch. imperfoliata. — Il ne diffère anatomiquement des précédents que par son mésophylle homogène peu lacuneux et l'absence de tissu mécanique dans la partie interne incurvée des feuilles carpellaires.

Hoppea Wild.

SYN. — *Hoppea* Vahl, *Pladera* Gr.

Deux espèces des Indes, non étudiées.

Schinziella Gilg.

MORPH. EXT. — Herbe dressée à tige quadrangulaire ailée, avec de petites feuilles sessiles, presque écailleuses. Fleurs 4-mères, sessiles ou courtement pétiolées, en cymes condensées, terminales, multiflores. Calice court, à dents larges, aiguës, trinerviées; corolle à divisions obtuses, réfléchies; étamines insérées dans les sinus, avec 3 anthères stériles; la quatrième,

arrondie, à filet élargi, est fertile. Ovaire uniloculaire à long style surmonté par un stigmate un peu bilobé.

HAB. — 1 seule espèce : *Sch. tetragona* (Vatke) Gilg [= *Canscora tetragona* (Vatke) Schinz], originaire de l'Angola et des régions tropicales de l'ouest de l'Afrique.

MORPH. INT. — *Tige*. — 4 ailes épaisses ; parenchyme cortical assez serré avec nombreux faisceaux foliaires à bois central, courant parfois dans le parenchyme même des ailes ; liber réduit, bois très scléreux ; des fascicules criblés périmédullaires.

Feuille. — Épiderme très peu ondulé à cuticule finement striée, peu épaisse. Mésophylle homogène avec très fins cristaux épars d'*oxalate de calcium*.

Canscora Lam.

SYN. — *Pladera* Soland. ex Roxb., *Flemingia* Roxb., *Pootia* Dennst., *Centaurium* Borkh., *Cobamba* Blanco, *Orthostemon* R. Br., *Phyllocyclus* Kurz, *Heterocanscora* Clarke.

MORPH. EXT. — Plantes herbacées annuelles, simples ou ramifiées, à tige souvent couchée portant des feuilles sessiles. Inflorescence en cymes bipares avec des préfeuilles connées. Fleurs 4-mères, rarement 5-mères ; calice tubuleux à dents courtes, souvent ailé ; corolle zygomorphe dont les lobes inégaux sont imbriqués ou tordus, mais généralement l'un des pétales est entièrement recouvert. Etamines insérées à des hauteurs inégales dans le tube, 1 ou 2 étant plus élevées que les autres ; anthères allongées ou ovoïdes dont une seule est fertile, les autres se présentant sous forme de staminodes plus ou moins avortés. Ovaire uniloculaire à placentas peu développés ; graines à tégument réticulé en creux, d'apparence alvéolaire.

HAB. — 13-14 espèces, la plupart des Indes et des îles Malaises, quelques-unes de l'Afrique tropicale et de l'Australie.

ESPÈCES ÉTUDIÉES. — *C. diffusa* R. Br., *C. decussata* Røem. et Sch., *C. Wallichii* Clarke.

MORPH. INT. — *Racine*. — Elle ressemble complètement à celle des *Chlora* et possède une écorce et un péricycle caducs, ainsi que des fascicules criblés intraligneux.

Tige. — Elle est fortement quadrangulaire, avec 4 arêtes volumineuses (*C. diffusa*) ou 4 ailes membraneuses égalant en hauteur le demi-diamètre de la tige (*C. Wallichii*), ou même ce diamètre complet (*C. decussata*). L'écorce, peu lacuneuse, renferme des faisceaux foliaires à bois central courant jusque dans les ailes (*C. diffusa*, *Wallichii*). Le liber est

extrêmement réduit et le bois très fortement sclérenchymateux. La moelle est résorbée, sauf à sa partie périphérique un peu scléreuse et contenant les fascicules criblés surnuméraires.

Feuille. — Épiderme à cuticule à peu près lisse; stomates à 3 cellules annexes plus petites; mésophylle lacuneux, sensiblement homogène. Beaucoup de feuilles sont très mucilagineuses.

Ovaire comme celui des *Chlora*, avec un épiderme extérieur à longues cellules résineuses, mais dont les feuilles carpellaires sont moins involutées, et présentent peu ou pas de tissu mécanique de déhiscence.

Bartonia Muhlenb.

SYN. — *Centaurella* Mich., *Centaureium* Pers., *Andrewsia* Spreng.

MORPH. EXT. — Herbes saprophytes, grêles, un peu verdâtres; feuilles réduites à quelques écailles. Fleurs blanches petites, 4-mères, en cymes plus ou moins contractées. Calice à lobes carénés, lancéolés, aigus; corolle campanulée ou rotacée, avec deux lobes recouverts et deux autres recouvrants dans le bouton. Étamines insérées dans les sinus, à filet un peu élargi; anthères introrsées, basifixes; stigmate bilobé sessile sur l'ovaire uniloculaire. Graines très nombreuses, sessiles, lisses ou faiblement réticulées, insérées sur tout le pourtour de la paroi de la capsule.

HAB. — 3 espèces de l'Amérique du Nord.

ESPÈCE ÉTUDIÉE. — *Bartonia verna* Muhlenb.

MORPH. INT. — *Tige.* — Structure comparable à celle que nous avons décrite plus haut. Le cylindre central est réduit à 4 faisceaux libéroligneux, composés chacun de quelques vaisseaux presque adossés à l'endoderme, avec des paquets de tubes criblés, plus nombreux vers la moelle. Il n'existe dans cette plante aucune trace de tissu de soutien.

Feuille. — Réduite à une petite écaille dont l'épiderme présente de larges stomates entourés de 3 cellules annexes; mésophylle lacuneux homogène.

Obolaria Linn.

SYN. — *Schultesia* Raf.

MORPH. EXT. — Plante grêle vivant dans l'humus ou sur de vieux mor-

ceaux de bois pourri, de couleur pourpre verdâtre, possédant encore une faible quantité de chlorophylle. Écailles foliaires opposées ou irrégulièrement écartées. Fleurs 4-mères en épis terminaux, sans sépales; Gilg croit que les deux petites bractéoles de la fleur représentent le calice. Corolle campanulée à 4 lobes oblongs, imbriqués. Étamines à filet court, insérées dans les sinus; anthères mobiles, ovales ou sagittées. Capsule uniloculaire contenant des graines attachées sur toute l'étendue de la paroi, et dont la déhiscence est septicide ou irrégulière.

HAB. — 1 espèce de l'Amérique du Nord.

MORPH. INT. — Cette intéressante petite plante a fait l'objet d'une étude complète de M. Th. Holm (1).

Racine. — Endoderme dont les cellules présentent de nombreuses cloisons secondaires tangentielles et radiales; le faisceau est diarche. Dans les cellules de l'écorce qui persistent, on trouve des hyphes de Champignons, car cette racine est une mycorhize. Le liber est assez épais, et dans le bois toujours très parenchymateux on rencontre de nombreux petits amas criblés.

Tige. — Épiderme à cuticule plissée; parenchyme cortical contenant un peu de chlorophylle et terminé par un endoderme nettement différencié. Liber formant une bande continue assez épaisse; la zone ligneuse est très compacte, surtout à l'extérieur, et montre 4 masses vasculaires, s'avancant en pointe vers la moelle qui contient des fascicules criblés, très petits, nombreux, surtout à la périphérie.

Feuille. — Mésophylle homogène lacuneux, contenant très peu de chlorophylle.

La présence de la chlorophylle et des stomates, ainsi que le développement du système ligneux, permettent de penser que cette plante est incomplètement saprophyte, malgré certains autres caractères d'infériorité tels que: l'absence de radicelles, la réduction des feuilles, l'avortement des ovules souvent représentés par une simple lame de tissu, et la transformation de la racine en mycorhize.

(1) Th. Holm, *Obolaria virginica. Morphological and anatomical Study* (Ann. of Bot., XI, 1897, p. 369-383).

3. *Chironiiné*s.

Pollen arrondi, très gros. Exine distincte, finement ponctuée de hachures, avec trois bandes germinatives nettement différenciées. Bois avec îlots de tubes criblés. Corolle presque radiée. Ovaire uniloculaire.

- A.** Calice à lobes lancéolés ou linéaires, acuminés, généralement carénés 24. *Chironia*.
B. Calice à divisions allongées, obtuses. Entre le calice et la corolle se trouve une sorte de disque nectarifère plus ou moins lobé. Plante pubescente..... 25. *Orphium*.

Chironia Linn.

SYN. — *Plocandra* E. Mey., *Roeslinia* Mœnch.

MORPH. EXT. — Plantes vivaces suffrutescentes, quelquefois de petits arbrisseaux dressés ou plus ou moins couchés, à feuilles sessiles ou amplexicaules, avec de grandes fleurs rouges ou pourprées, hermaphrodites, 5-mères. Calice à divisions lancéolées, aiguës, souvent carénées ; corolle à tube court, avec des lobes larges, acuminés, tordus. Etamines insérées dans le tube à des hauteurs variables ; anthères basifixes allongées, souvent contournées sur elles-mêmes après la déhiscence qui se fait par des fentes longitudinales externes ou internes, partant du sommet. Style allongé à stigmate capité. Capsule uniloculaire parfois bacciforme avec de très nombreuses petites graines arrondies dont le tégument est d'ordinaire régulièrement épaissi en réseau.

HAB. — 40-45 espèces originaires pour la plupart du Cap ; les autres croissent dans l'Afrique tropicale et à Madagascar.

ESPÈCES ÉTUDIÉES. — *Ch. nudicaulis* L., *Ch. densiflora* Ell., *Ch. palustris* Burch., *Ch. jasminoides* L., *Ch. linoides* L., *Ch. baccifera* L., *Ch. serpyllifolia* Lehm., *Ch. peduncularis* Lindl., *Ch. maritima* Eckl., *Ch. purpurascens* E. Mey.

MORPH. INT. — *Racine*. — Généralement très ligneuse, à bois excessivement serré avec des îlots criblés inclus, plus ou moins régulièrement rangés en séries concentriques et surtout nombreux vers le collet. Le parenchyme cortical persiste partiellement et le liber est peu épais. Parfois l'on trouve dans l'écorce et le péricycle (*Ch. tetragona*) de larges fibres, peu allongées, très épaisses. Les cellules de l'endoderme sont simples ou ne présentent qu'un très petit nombre de cloisons secondaires.

Tige. — 4 côtes plus ou moins développées formant parfois 4 ailes véritables (*Ch. maritima*, *linoides*), toujours relativement plus accentuées sur les pédoncules floraux.

Chez certaines espèces (*Ch. jasminoides*), il existe en outre quelques côtes longitudinales beaucoup plus petites.

L'épiderme est lisse ou peu strié; le parenchyme cortical, toujours peu épais, possède quelquefois, dans les tiges âgées, quelques grosses fibres mécaniques (*Ch. tetragona*, *baccifera*).

Le liber normal est d'autant plus réduit que la coupe passe par un endroit plus élevé de la tige; dans les pédoncules floraux, il n'existe que de simples petits paquets de tubes criblés, enclavés dans la zone ligneuse externe et appuyés sur l'endoderme. Dans les tiges plus grosses, il se surajoute quelques assises parenchymateuses, parfois d'origine franchement secondaire. Le bois des *Chironia* est extrêmement compact, presque entièrement composé de fibres aréolées et ponctuées, avec quelques rares vaisseaux dans le bois de printemps (fig. 1, Pl. I).

Comme nous l'avons précédemment décrit, on voit souvent se produire des inclusions de parenchyme non lignifié, aux dépens desquelles naissent des paquets de tubes criblés très petits, à cloison oblique, munis de plusieurs grillages. Fréquemment, ces arrêts momentanés de lignification se produisent simultanément en de nombreux points du cambium; il en résulte l'apparition d'une série concentrique de ces îlots criblés intraligneux (*Ch. nudicaulis*, *linoides*, etc.). Le nombre de ces tubes criblés est d'autant plus grand qu'on examine la plante à la base de la tige et que cette tige est âgée; ils n'existent pas, ou sont très rares dans les pédoncules floraux et les très jeunes tiges (*Ch. palustris*, *densiflora*, *purpurascens*, etc.).

Le développement de ces amas criblés ne ressemble en rien à celui des formations analogues des *Strychnos*, car dans ces dernières espèces c'est grâce à un arrêt de fonctionnement centrifuge que cette anomalie se produit. La moelle des *Chironia*, résorbée dans sa partie centrale, contient généralement à sa périphérie des fascicules criblés assez volumineux, ou bien très petits, mais très nombreux (*Ch.*

linoides, *serpyllifolia*), ou bien encore très rapprochés et formant une bande presque continue (*Ch. maritima*); enfin, ils peuvent être peu nombreux et réduits (*Ch. baccifera*), mais alors le liber normal est beaucoup plus épais que dans les autres espèces.

Feuille. — Épiderme avec une cuticule très épaisse, lisse ou finement striée (*Ch. densiflora*), fortement ridée (*Ch. purpurascens*); stomates rares à la face supérieure, nombreux au contraire à la face inférieure, entourés de 3 cellules annexes plus petites, et disposés à la surface de la feuille. Mésophylle bifacial, avec un parenchyme chlorophyllien de 4-5 assises de cellules plus ou moins rectangulaires, mais dont la rangée sous-épidermique est toujours franchement palissadique.

Anthères à parois assez minces, et dont le tissu, sauf quelques cellules du connectif, est tout entier formé de cellules mécaniques à épaississements variés, mais produisant la torsion de l'organe après l'anthèse.

Ovaire arrondi, ovoïde, à placentas peu proéminents, mais dont l'épiderme externe est formé de longues cellules à oléorésine, analogues à celles des *Chlora*, etc... Il n'existe généralement pas de tissu mécanique intérieur.

Orphium E. Mey.

SYN. — *Valerandia* Neck.

MORPH. EXT. — Petit arbrisseau dressé, ramifié à feuilles charnues, pubescentes avec de belles grandes fleurs rouges, 5-mères, disposées en cymes terminales. Calice à divisions obtuses non carénées; entre le calice et la corolle, il existe à la base un disque glanduleux crénelé. Les anthères sont tordues à droite après l'anthèse. Ovaire dont les placentas sont fortement incurvés; style filiforme, stigmaté indivis capité. Graines nombreuses à tégument réticulé.

HAB. — 1 espèce très répandue au Cap: *Orph. frutescens* E. Mey.

MORPH. INT. — *Tige*. — Épiderme à cuticule épaisse, striée, dont les cellules se soulèvent çà et là en papilles courtes, coniques ou parfois en véritables poils assez longs, présentant 1-2 cloisons transversales. Écorce lacuneuse,

liber très développé avec quelques assises de cellules secondaires. Bois extrêmement dur, formé presque en entier de fibres très épaisses, assez grandes et séparées par des rayons médullaires unicellulaires à éléments plus petits, mais aussi fortement lignifiés. Suivant l'âge de la tige et la hauteur de la section, on rencontre un nombre variable de très petits îlots de tubes criblés, épars dans la masse ligneuse (fig. 3, Pl. I).

Feuille. — Épiderme à cuticule épaisse striée, avec des papilles courtes, parfois de véritables poils, surtout nombreux sur les bords du limbe. Mésophylle bifacial, avec 2-4 assises chlorophylliennes et un parenchyme lacuneux épais.

4. *Gentianinées.*

Pollen assez gros, arrondi ou un peu allongé. Exine distincte, garnie de rangées plus ou moins régulières de petites aspérités.

- A.** Corolle sans fossettes nectarifères à la base. Stigmate ne s'étalant jamais à la surface de l'ovaire.
- a.* Tige volubile. Corolle pendante campanulée ou infundibuliforme..... 26. *Crawfordia*.
 - b.* Tige toujours droite. Corolle dressée.
 - α.* Étamines insérées dans les sinus interlobaires. Calice et corolle dont les lobes ne se recouvrent pas dans le bouton..... 27. *Jäschkea*.
 - β.* Étamines insérées dans le tube. Calice et corolle imbriqués. Placentas peu proéminents..... 28. *Gentiana*.
 - γ.* Placentas fortement incurvés, se touchant au centre et donnant un ovaire d'apparence biloculaire..... 29. *Ixanthus*.
- B.** Corolle portant à la base des fossettes nectarifères ou des éperons, ou bien le stigmate s'étale sur la capsule.
- a.* Stigmate sessile, s'étendant plus ou moins latéralement, à la façon d'une bandelette, sur la ligne de suture des carpelles..... 30. *Pleurogyne*.
 - b.* Stigmate non étalé sur l'ovaire.
 - α.* Lobes de la corolle à bord droit recouvrant; des petites fossettes nectarifères à la face extérieure des lobes de la corolle..... 31. *Sweetia*.
 - β.* Lobes de la corolle à bord gauche recouvrant. Nectaires proéminents à l'extérieur des lobes de la corolle, sous forme de gibbosités ou d'éperons..... 32. *Halenia*.

Crawfordia Wall.

SYN. — *Tripterospermum* Bl., *Pterygocalyx* Maxim., *Golownina* Maxim.

MORPH. EXT. — Plantes herbacées volubiles, à tige grêle allongée, à feuilles opposées, pétiolées, souvent trinerviées. Les fleurs bleuâtres ou blanches sont axillaires, isolées ou fasciculées, 4-5-mères. Calice tubuleux, lisse, caréné ou ailé, avec des lobes linéaires séparés par des sinus plus ou moins larges. Corolle campanulée ou infundibuliforme à lobes présentant souvent des plis ou des appendices dans les sinus. Étamines insérées dans le tube; anthères ovoïdes ou sagittées, pollen assez volumineux en grains arrondis ou un peu elliptiques dont l'exine est garnie de fins tubercules disposés plus ou moins régulièrement. Ovaire uniloculaire, avec de très faibles placentas, donnant une capsule parfois charnue, bacciforme, contenant des graines nues ou ailées, arrondies ou triangulaires.

HAB. — Environ 7 espèces de l'Asie tropicale et subtropicale.

ESPÈCES ÉTUDIÉES. — *C. volubilis* (Maxim.) Gilg, *C. japonica* Sieb. et Lucc., *C. grandiflora* aut. ?

MORPH. INT. — *Racine*. — Écorce très lacuneuse; cellules endodermiques avec 4-5 cloisons secondaires; liber parenchymateux comme le bois, qui contient aussi de nombreux vaisseaux et des îlots criblés inclus.

Tige. — Écorce parenchymateuse assez épaisse, limitée par de grandes cellules endodermiques simples qui n'offrent que rarement 1-2 cloisons radiales. Liber assez développé avec amas isolés de tubes criblés secondaires. Bois parfois très vasculaire (*C. japonica*), parfois avec une zone externe surtout fibreuse, et de larges vaisseaux vers la moelle (*C. volubilis*); ces vaisseaux, à la base de la tige, sont réunis en 5-6 amas principaux qui pénètrent plus profondément dans la moelle; la zone externe fibreuse contient de petits amas de tubes criblés intraligneux, ce qui, pour Vesque, constitue une des adaptations anatomiques particulières aux lianes (1). Le cylindre ligneux de *C. grandiflora* est composé de bandes alternativement très vasculaires ou très fibreuses. Les fascicules criblés périmédullaires sont volumineux et peu nombreux.

Dans les pédoncules floraux, le bois est extrêmement compact, presque entièrement fibreux.

(1) Voy. aussi Schenck, *Biologie und Anatomie der Lianen*, 1897.

Feuille. — Épiderme à cuticule finement striée, formé de cellules à parois très ondulées; stomates disposés seulement à la face inférieure et entourés de 3 cellules presque égales. Mésophylle bifacial, très lacuneux.

Oxalate de calcium en cristaux assez nets, très petits, dispersés dans les divers parenchymes.

Gentiana Tournef.

MORPH. EXT. — Plantes herbacées de dimension très variable, simples, dressées ou cespitueuses, ou formant un gazon serré. Feuilles entières opposées, très généralement sessiles. Fleurs hermaphrodites à l'aisselle des feuilles ou en bouquet terminal, sessiles ou pédonculées, souvent avec deux préfeuilles; elles sont, la plupart du temps, de couleur vive très variable suivant les espèces. Calice tubuleux à 5 divisions, rarement 4-6-7, lisse, parfois caréné ou ailé, à préfloraison imbriquée; il se déchire quelquefois longitudinalement d'une façon irrégulière après la floraison. Corolle infundibuliforme, campanulée, hypocratériforme, ou presque rotacée, avec 4-5 lobes, rarement 6-8, et munie de replis ou de franges à la gorge du tube. Des nectaires sont placés à la base de la corolle ou de l'ovaire.

Étamines alternipétales en même nombre que les lobes de la corolle, avec des filets soudés à la partie inférieure du tube et s'en séparant à des hauteurs variables.

Anthères ordinairement basifixes, extrorses, parfois accolées intimement en tube, à déhiscence longitudinale. Ovaire bicarpellé, uniloculaire, s'aminçissant à la partie supérieure en un style plus ou moins allongé, terminé par un stigmate bilobé, dont les lobes antéro-postérieurs sont révolutés ou réunis en forme de coupe ou d'entonnoir; la base de l'ovaire est élargie en plateau entier ou lobé. Capsule bivalve, septicide, uniloculaire, avec des placentas peu apparents et rapprochés. Graines nombreuses provenant d'ovules anatropes horizontaux unitégumentés, arrondis ou lenticulaires par pression réciproque, ailées ou non, lisses ou munies d'ornements en forme de petites plaques ou d'écailles pointues.

HAB. — Environ 300 espèces des régions alpines ou arctiques du monde entier, sauf en *Afrique*, où l'on n'en connaît aucune. Peu d'espèces se trouvent dans les plaines; elles habitent, pour la plupart, les hautes montagnes de la zone tempérée du Nord, la Cordillère des Andes, l'Himalaya, les régions arctiques et aussi les régions antarctiques, telles que le sud de l'Australie, la Nouvelle-Zélande, la Tasmanie.

Nota. — Ce genre, composé de beaucoup d'espèces affines, a fait l'objet de nombreux travaux taxinomiques. Tout récemment, en 1894, il a été complètement revu au point de vue systématique par Kusnezow (1) qui a bien voulu nous

(1) Kusnezow, *Rev. des Sc. nat. de Saint-Petersbourg*, 1894.

envoyer son mémoire original écrit en russe, mais dont une grande partie est déjà publiée en allemand (1); nous lui transmettons ici nos plus sincères remerciements.

L'ensemble de ses recherches est d'ailleurs résumé dans *Die nat. Pfl. Familien*, Engl. u. Pr., p. 80-86, et nous suivrons, pour l'étude anatomique, la classification de cet auteur, en renvoyant au travail original (p. 158-159) pour le tableau synoptique des sections et les indications bibliographiques.

SOUS-GENRE I. — *Eugentiana* Kusnez.

CAR. GÉNÉR. — Sépales réunis en tube jusqu'à mi-hauteur par une membrane intérieure (membrane intracalycinale) formée d'une lame mince de mésophylle protégée par les épidermes, quelquefois réduite aux deux assises épidermiques. Le tube du calice est souvent fendu latéralement d'un côté, et forme une gaine plus ou moins complète et asymétrique; enfin, il peut être réduit à la simple membrane intérieure avec 1-3 faisceaux vasculaires et une petite dent sur le bord de cette membrane. Les lobes de la corolle, sauf chez *G. lutea*, sont toujours réunis par des replis (replis interlobaires) souvent très développés, symétriques ou asymétriques, et simplement membraneux, sans tissu conducteur libéroligneux propre, mais avec quelques ramifications des nervures du pétiole adjacent.

Les pétales possèdent trois faisceaux vasculaires: un médian et deux latéraux. Ces derniers se réunissent avec le faisceau de l'étamine voisine dans la partie antérieure du tube. La gorge de la corolle est presque toujours nue. Chez quelques espèces peu membraneuses, on trouve des franges.

HAB. — 161 espèces, presque toutes des régions montagneuses élevées de l'Europe, de l'Amérique du Nord et de l'Asie; 2 seulement dans les Andes de l'Amérique du Sud.

SECTION I. — *Coelanthé*.

SYN. — *Coelanthé* Ren., *Asterias* Ren., *Pneumonanthe* Sch. pp., *Dasystemphana* Bork pp.

MORPH. EXT. — Racine vivace, tige épaisse, dressée, non ramifiée; feuilles larges, les radicales en rosette, atténuées en pétiole; fleurs jaunes ou pourpres, généralement ponctuées de brun. Tube du calice indivis, ou fendu à moitié d'un seul côté. Corolle presque rotacée, sans replis interlobaires (*G. lutea*), ou campanulée, avec des replis petits, asymétriques; style distinct avec stigmate allongé, révoluté. Capsule sessile, un peu stipitée chez le *G. pannonica*. Graines lenticulaires, aplaties par pression réciproque, à bords ailés. Hybrides nombreux.

HAB. — 5 espèces des régions alpines ou subalpines de l'Europe; le *G. lutea* L. se rencontre aussi dans l'Asie Mineure, et le *G. purpurea* au Kamtschatka.

(1) Kusnezow, *Acta horti Petropolitani*, t. XV, fasc. 4. Saint-Pétersbourg, 1896.

ESPÈCES ÉTUDIÉES. — *G. lutea* L., *G. Burseri* Lapeyr., *G. punctata* L., *G. purpurea* L., *G. pannonica* Scop.

MORPH. INT. — 1. *G. lutea* L. (*G. major* Matth., *Asterias lutea* Borkh., etc.)

Racine. — Structure binaire ; parenchyme cortical homogène peu épais ; les formations secondaires apparaissent de bonne heure, car la racine principale et les racines latérales acquièrent un développement considérable. L'écorce primaire s'exfolie rapidement par l'apparition de petits périodermes successifs à liège mince. Le liber et le bois secondaires, très développés, sont surtout parenchymateux, avec des amas criblés, aussi bien dans la région libérienne que dans le bois (fig. 23).

Tige. — Épiderme persistant à cuticule lisse, épaisse ; 4-5 assises de collenchyme sous-épidermique ; parenchyme cortical très lacuneux, liber bien développé en files radiales surtout parenchymateux, avec des îlots épars de tubes criblés étroits, à cloisons horizontales ou un peu obliques. Le bois primaire est peu important ; les formations secondaires ligneuses, très vasculaires au début, sont surtout sclérénchymateuses dans la zone externe ; ce sont des éléments très lignifiés allongés de 8-15 μ de diamètre et munis de ponctuations aréolées très fines. Le développement des organes, suivi sur des germinations (1), montre l'apparition simultanée des tubes criblés dans la région externe et interne, puis la différenciation des trachées. Le fonctionnement de la zone cambiale donne très rapidement un tissu épais qui se lignifie très vite aussitôt que le nombre définitif des cellules est atteint.

Dans toute l'étendue de la moelle, il se produit des foyers de multiplication donnant des îlots de tissu criblé surnuméraire, protégé parfois par la sclérification de quelques cellules

(1) Les germinations des plantes de cette famille sont difficiles ; nous n'avons pu les obtenir que pour un petit nombre d'espèces ; les graines restent parfois dans le sol pendant deux années sans germer.

médullaires adjacentes. Souvent, et particulièrement dans

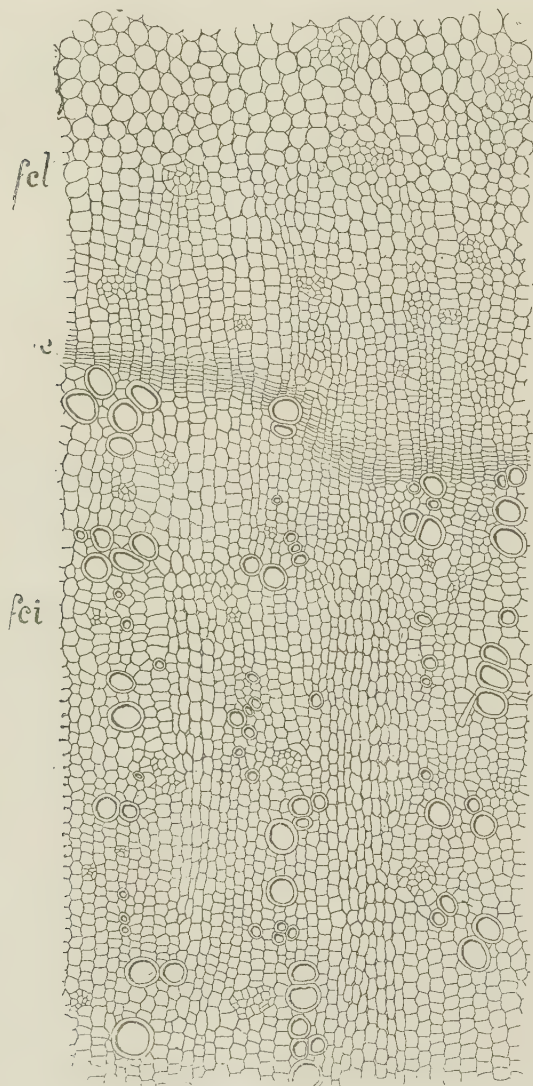


Fig. 23. — Portion de coupe transversale d'une racine âgée de *G. lutea*. — *c*, cambium; *fel*, îlots criblés du liber; *fci*, fascicules criblés intraligneux; *v*, vaisseaux. G = 80 d.

les amas criblés du centre, il se différencie quelques trachées ligneuses, que complète le système conducteur et formant

de véritables *fascicules cribro-vasculaires* supplémentaires (1).

Pendant l'accroissement de la plante, les cellules parenchymateuses de la moelle s'écartent, le tissu se disloque, se remplit de déchirures et de lacunes irrégulières. Après la floraison, toute la partie centrale de la moelle se résorbe et avec elle le tissu conducteur surnuméraire qu'elle contenait ; la tige est alors fistuleuse. Il ne persiste qu'une zone annulaire de moelle au contact du bois, et c'est toujours cette portion périphérique médullaire qui renferme la plupart des fascicules criblés. Le *pédoncule floral* présente une structure analogue, mais il n'existe dans la moelle que du tissu criblé sans addition de vaisseaux. Vers la base, la tige est complètement engainée par les feuilles, et la coupe montre une bande extérieure de tissu qui contient de nombreux cordons vasculaires dont le bois est souvent intérieur. Ces faisceaux, en quelque sorte concentriques, sont généralement dus à la soudure de plusieurs faisceaux se détachant du cylindre central de la tige ; plus tard, ils se séparent et se développent en éventail pour pénétrer dans la base rétrécie de la feuille. La tige, prise au milieu d'un des entre-nœuds élevés, ne présente jamais cette gaine annulaire.

Feuille. — Nervures généralement très proéminentes à la face inférieure, formant des cordons arrondis un peu triangulaires ; elles possèdent un seul arc vasculaire à péridesme collenchymatoïde contenant des tubes criblés. Épiderme à cuticule lisse, à parois ondulées, avec stomates aux deux faces entourés de 3, rarement de 4 cellules, dont 2 sont un peu plus petites ; les cellules épidermiques supérieures, plus grandes, mesurent 30 à 38 μ , les inférieures 20-25 μ . Méso-phylle presque homogène ; les cellules sous-épidermiques supérieures sont simplement un peu elliptiques et plus serrées que le reste du parenchyme, composé de cellules à parois largement ondulées, laissant entre elles des méats ou des lacunes irrégulières. *Oxalate de calcium* en fins cristaux isolés

(1) E. Perrot. *Sur le tissu conducteur surnuméraire* (loc. cit.).

ça et là dans les parenchymes, plus nombreux et aciculés dans certaines cellules à contenu mucilagineux.

G. purpurea (*G. punicea* C. Gesn., *G. major purpurea* C. Bauhin, *Calanthe purpurea* Borkh.).

Racine. — Écorce primaire exfoliée de bonne heure par un périderme pérycclique. L'endoderme est formé de cellules présentant de 8 à 12 cloisons radiales. Le liber et le bois sont assez semblables à ceux de l'espèce précédente, mais les vaisseaux sont plus nombreux et laissent facilement voir les restes annulaires épaissis des cloisons primitives transversales. Souvent, comme nous l'avons décrit, quelques vaisseaux sont obstrués par des résines, et il peut se produire autour d'eux un foyer de multiplication cellulaire, dont les éléments se subérifient et isolent ces vaisseaux du tissu adjacent (fig. 5). Cette racine ne contient pas d'oxalate de calcium.

Tige. — Elle diffère de *G. lutea* par une plus forte lignification des éléments scléreux secondaires de la zone externe du bois, qui sont finement ponctués. La moelle est sclérifiée dans sa portion périphérique qui contient des fascicules criblés et cribro-vasculaires plus volumineux et moins nombreux. Les faisceaux foliaires ont une course moins longue dans l'écorce et se rendent rapidement aux feuilles. La gaine, formée par les feuilles basales, contient de très gros faisceaux souvent munis de liber secondaire bien développé et d'un périderme à fascicules criblés très abondants.

Feuille. — Épiderme à cellules petites de 17-22 μ , à stomates plus nombreux à la face inférieure; cuticule lisse. Mésophylle à parenchyme chlorophyllien mieux différencié que chez le *G. lutea*, formé de 4-5 assises de cellules elliptiques assez serrées, le reste du mésophylle étant très lacuneux. Nervures très saillantes formant des cordons triangulaires, munis de quelques assises de collenchyme sous-épidermique qui écrase le tissu parenchymateux central. Pour être comparables, les coupes de feuilles doivent toujours être faites vers le milieu du limbe, au voisinage de la ner-

vure principale. La partie rétrécie en pétiole de ces feuilles possède un mésophylle absolument homogène.

Oxalate de calcium plus rare que dans le *G. lutea*.

G. punctata (*G. secunda* C. Gesn., *G. major pallida* Clus., *G. purpurea* Vill., *G. immaculata* Pers., *Cælanthe punctata* Don, *Dasystephana punctata* Borkh.).

Racine. — Liber moins développé que dans les deux précédentes espèces; bois à éléments vasculaires plus nombreux, serrés à la périphérie, isolés dans le parenchyme au centre. La racine de *G. punctata* est plus courte, plus ondulée et les fascicules criblés intraligneux sont orientés un peu obliquement dans tous les sens.

Tige. — Elle est caractérisée par deux à trois assises de collenchyme sous-épidermique, et par l'atrophie plus ou moins complète des cellules du parenchyme cortical; la partie centrale de l'écorce paraît extrêmement lacuneuse, parcourue par des travées celluloses provenant de l'accolement des parois des cellules qui se sont aplaties. Le liber est peu développé; le bois très compact, sans rayons médullaires. La moelle périphérique est fortement scléreuse et contient les *faisceaux conducteurs surnuméraires*.

Feuille. — Nervures principales saillantes, formant un cordon triangulaire qui porte latéralement une *expansion membraneuse caractéristique*. Mésophylle très lacuneux à parenchyme chlorophyllien peu différencié; les cellules épidermiques supérieures mesurent 24-28 μ , et le tissu périodermique est peu abondant, ce qui distingue cette feuille de celle du *G. lutea*.

G. Burseri (*Cælanthe Burseri* Don).

Racine. — Structure anatomique comparable à celle de *G. lutea*, mais les fascicules criblés intraligneux du centre sont dirigés dans tous les sens.

Tige. — Parenchyme cortical semblable au précédent, mais l'écrasement est plus intense; l'on n'y trouve pas de grandes lacunes, mais seulement une bande de tissu atrophié écrasé. Liber très riche en tubes criblés, peu collenchy-

mateux dans sa zone externe; le cylindre ligneux est tout à fait comparable à celui du *G. purpurea*. Les petits amas de tubes criblés ne sont pas inclus dans la cellule parenchymateuse dans laquelle ils ont pris naissance, comme chez les espèces précédentes; cela tient à ce que les divisions produisant les tubes criblés apparaissent de très bonne heure près du cambium, avant que les cellules n'aient atteint leur grandeur définitive. La moelle périphérique scléreuse contient des amas de tissu criblé, auquel il s'ajoute rarement des vaisseaux.

Feuille. — Nervures peu saillantes; feuilles peu épaisses; cellules épidermiques de 20-25 μ de profondeur; mésophylle homogène; *oxalate de calcium* très rare.

G. Pannonica (*G. purpurea* Schrank., Kram., Jacq., Gebh., *G. punctata* Jacq., *Cælanthe pannonica*, Don).

Tige. — Caractérisée par le bois plus fortement lignifié, presque fibreux, et par l'absence de tissu criblé au centre de la moelle.

Feuille. — Nervures saillantes arrondies avec parenchyme écrasé au milieu, ce qui la différencie de *G. lutea*; périderme abondant. Cellules épidermiques supérieures de 18-25 μ d'épaisseur.

CARACTÈRES ANATOMIQUES GÉNÉRAUX. — Racine très grosse à écorce primaire caduque, par fonctionnement de péridermes successifs souvent péri-cycliques; liber très épais, parenchymateux avec amas isolés de tubes criblés; bois parenchymateux avec gros vaisseaux et îlots criblés. Ces derniers sont, ou bien très allongés suivant l'axe de la racine (*G. lutea*, *purpurea*), ou bien courts fusiformes et orientés dans tous les sens (*G. punctata*, *Burseri*). Tige à épiderme persistant; cuticule lisse; collenchyme sous-épidermique de 2-3 assises (*G. punctata*, *Burseri*) ou de 4-5 assises (*G. lutea*, *purpurea*). Liber peu épais; bois vasculaire vers l'intérieur, formé surtout de sclérenchyme ligneux ponctué à la périphérie et sans rayons médullaires; moelle dont la partie périphérique est souvent très scléreuse et contient des amas

de *tissu conducteur surnuméraire complet*, sauf chez le *G. pannonica* qui ne présente à la périphérie de la moelle que des îlots de tubes criblés sans trachées. La portion centrale de cette région s'atrophie et se résorbe après la floraison.

Feuille. — Nervures proéminentes dont la forme de la section constitue un véritable caractère spécifique. Épiderme à cuticule lisse avec stomates entourés de 3-4 cellules. Arc vasculaire des nervures à périderme abondant renfermant des tubes criblés. Mésophylle à peu près homogène, très lacuneux, à éléments plus allongés et plus serrés à la face supérieure.

Oxalate de calcium en fins cristaux épars dans les parenchymes, surtout dans la moelle de la tige et le mésophylle de la feuille.

SECTION II. — *Pneumonanthe*.

SYN. — *Cyane* Ren., *Cuminalis*, *Dasystephana*, *Eurythalia* Borkh.

MORPH. EXT. — Racines vivaces. Tiges généralement simples, dressées ou un peu couchées. Feuilles toutes caulinaires à bord non cartilagineux, les feuilles radicales sont presque toujours réduites à des écailles. Fleurs nombreuses, très belles, blanches, jaunes ou purpurines, axillaires ou terminales, généralement sessiles. Tube du calice entier ou rarement fendu latéralement, corolle campanulée ou infundibuliforme, avec replis interlobaires simples ou bifides, ordinairement asymétrique. Capsule plus ou moins stipitée, avec un style surmonté d'un stigmate à deux lobes révolutés. Graines arrondies, souvent aplaties par pression réciproque, ordinairement ailée tout autour, ou d'un seul côté, ou bien aux deux extrémités.

HAB. — 22 espèces de l'Amérique du Nord, 2 de l'Europe et environ 10 de l'Asie.

ESPÈCES ÉTUDIÉES. — 1° Américaines : *G. Andrewsii* Gr., *G. Saponaria* L., *G. spathacea* Kunth, *G. affinis* Griseb., *G. Parryi* Engelm.; 2° Asiatiques : *G. scabra* Bunge, *G. triflora* Pall., *G. septemfida* Pall.; 3° Européennes : *G. pneumonanthe* L., *G. asclepiadea* L.

MORPH. INT. — **G. pneumonanthe.** — *Racine.* — Écorce primaire mince, caduque; endoderme avec 6-8 cloisons secondaires par cellule. Péricycle et liber collenchymateux; tubes criblés très fins en amas isolés. Bois surtout parenchymateux; certains vaisseaux s'obstruent par des matières résineuses, et s'isolent par cloisonnement et subérification des cellules qui les entourent, comme chez *G. purpurea*. Inclus dans le parenchyme ligneux, on trouve aussi des fas-

cicules criblés. *Oxalate de calcium* en prismes très bien caractérisés, abondants surtout dans la région péricyclique.

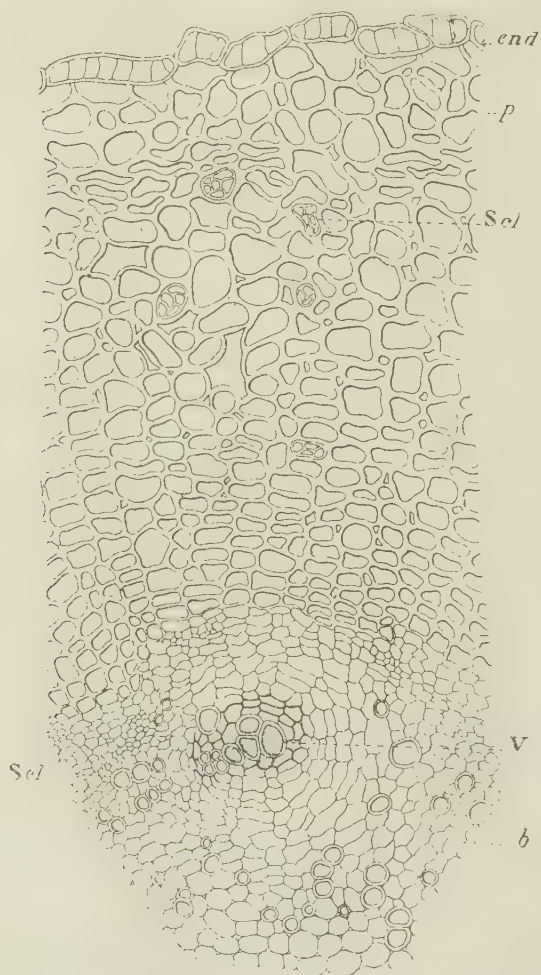


Fig. 24. — Racine de *G. pneumonanthe*. — *end*, endoderme ; *p*, péricycle ; *scl*, fascicules criblés ; *v*, vaisseaux remplis d' résine.

Dans les grosses racines, l'endoderme est exfolié ; les cellules du péricycle devenues extérieures se subérifient.

Tige. — Épiderme à cuticule lisse ou finement striée, à parois épaisses, ondulées ; écorce à lacunes irrégulières ;

liber très mince sans formations secondaires; le fonctionnement secondaire ne donne que des éléments sclérenchymateux avec quelques vaisseaux rayés; moelle très abondante avec fascicules criblés à la périphérie, et faisceaux cribro-vasculaires au centre; ces derniers disparaissent avec la moelle centrale après la floraison. L'activité du méristème est toujours plus grande au contact des éléments vasculaires primaires, de telle sorte que le bois externe scléreux se différencie en direction centripète. Les amas criblés de la région normale libérienne et ceux de la moelle sont contemporains, les trachées se différencient un peu plus tard. De même dans les fascicules criblés médullaires, les vaisseaux ne sont apparents qu'à une certaine distance du méristème terminal.

Feuille. — Épiderme supérieur à cellules de 35-40 μ avec une cuticule très épaisse (9-10 μ), généralement soulevées extérieurement au milieu en petites éminences papillaires coniques, obtuses. Mésophylle lacuneux bifacial formé d'une assise de longues cellules palissadiques mesurant 110-120 μ , et occupant un tiers de l'épaisseur totale. *Oxalate de calcium* en très fins et très nombreux cristaux répandus surtout dans le parenchyme chlorophyllien. Ovaire à épiderme externe plissé, avec de nombreux ovules insérés tout autour de la paroi, sans mamelons placentaires différenciés.

G. asclepiadea. — *Racine.* — Écorce primaire caduque, endoderme dont les cellules ont leurs parois primitives épaisses, avec 12-15 cloisons radiales secondaires. Péri-cycle collenchymateux dont quelques cellules externes se sont cloisonnées, formant un suber qui exfolie l'endoderme dans les racines âgées. Liber très cristalligène, possédant, de même que le bois, une structure analogue à celle du *G. pneumonanthe*.

Tige. — Épiderme à cuticule plissée, avec un collenchyme très faible un peu plus exagéré dans les côtes. L'endoderme possède des plissements subérifiés, et le parenchyme lacuneux cortical subit souvent une différenciation cornée peu

intense. Le liber, toujours primaire, est réduit à 2-3 assises de cellules parenchymateuses séparant de petits amas de fins tubes criblés.

Le bois, vasculaire au centre, est très fibreux à la partie extérieure, comme dans l'espèce précédente. La moelle n'a que des fascicules criblés périphériques.

Feuille. — Nervures peu saillantes avec périderme de l'arc vasculaire très développé. Épiderme à cuticule épaisse (4-5 μ), dont les cellules mesurent 25-30 μ de profondeur. Mésophylle très lacuneux absolument homogène.

Ovaire comme *G. pneumonanthe*.

Oxalate de calcium en cristaux excessivement petits, épars dans les parenchymes.

Autres espèces. — *Racine.* — Structure toujours analogue à celle des deux espèces déjà décrites, avec un liber à parois épaisses, collenchymateuses, contenant de petits amas criblés (fig. 5, Pl. II).

Tige. — Généralement quadrangulaire avec quatre côtes longitudinales peu apparentes (*G. septemfida*, *Andrewsii*) ou assez développées (*G. spathacea*, *Paryi*, *scabra*); parfois d'autres côtes plus petites sont placées latéralement par rapport aux grandes, rapprochées deux à deux vers les deux extrémités d'un même diamètre. Ce fait est général pour toutes les Gentianées nettement quadrangulaires ou ailées, de même que ces arêtes sont plus membraneuses, aliformes sur les pédoncules floraux. L'écorce est généralement lacuneuse, sauf *G. Saponaria*; le liber est mince, réduit aux assises primaires; rarement il apparaît quelques assises secondaires (*G. scabra*, *Saponaria*, *Andrewsii*). Bois toujours fibreux dans sa région externe; il ne possède guère de vaisseaux que vers la moelle, et chez certaines espèces dans le bois de printemps (*G. Andrewsii*). La moelle contient toujours des amas isolés de tubes criblés parfois très volumineux et nombreux (*G. septemfida*); plus rarement, il existe au centre des faisceaux conducteurs complets (*G. Andrewsii*). On trouve aussi parfois certaines cellules de la moelle,

arrondies, allongées et devenues scléreuses (*cs*, fig. 2, Pl. I).

Feuille. — Épiderme à cuticule épaisse, ridée, dont les cellules se soulèvent fréquemment en papilles obconiques courtes. Mésophylle bifacial ; généralement il n'existe qu'une seule assise de cellules palissadiques occupant de $1/4$ à $1/3$ de l'épaisseur totale du limbe ; le reste du mésophylle est très lacuneux, formé souvent de cellules largement ondulées ou même rameuses (*G. scabra*, *Saponaria*). La feuille est plus ou moins mucilagineuse ; les parois des cellules se gonflent très facilement par l'eau (*G. Paryi*, *triflora*). Les stomates, rares à la face supérieure, sont souvent presque arrondis, entourés de 3-4 cellules à peu près égales.

Oxalate de calcium très répandu dans les divers parenchymes, surtout le liber de la racine, la moelle de la tige et le mésophylle de la feuille ; on le distingue suffisamment sans le secours de la lumière polarisée, par la forme cristalline des cristaux, malgré leur petitesse ; ils sont prismatiques ou octaédriques, parfois maclés. Souvent, dans le parenchyme cortical de la tige (*G. Saponaria*), on trouve des amas de fins cristaux prismatiques aciculés, sortes de petits raphides disposés sans ordre ; de plus, le contenu de la cellule est franchement mucilagineux.

CARACTÈRES ANATOMIQUES GÉNÉRAUX. — *Racines* ordinairement peu volumineuses, à écorce exfoliée jusqu'à l'endoderme qui disparaît souvent aussi, et dont les cellules possèdent de nombreuses cloisons radiales secondaires. Péricycle et liber collenchymateux, cristalligènes. Tubes criblés très fins, restés inclus dans des cellules de parenchyme à parois déjà épaissies. Bois parenchymateux avec fascicules criblés peu abondants.

Tige avec quatre côtes longitudinales bien développées et parfois d'autres plus petites. Épiderme persistant, à cuticule plissée ; peu de collenchyme sous-épidermique ; écorce généralement lacuneuse ; endoderme à plissements très nets ; liber mince possédant parfois quelques assises secondaires. Bois

très compact sans rayons médullaires, fibreux à l'extérieur. Moelle dont la partie périphérique contient toujours des fascicules criblés surnuméraires ; ces derniers se rencontrent aussi parfois au centre, et ils se complètent dans certaines espèces par l'adjonction de trachées.

Feuille. — Épiderme supérieur à cuticule épaisse, ridée, dont les cellules se soulèvent généralement au centre pour former une proéminence papillaire, courte, obconique. Mésophyll lacuneux composé de cellules irrégulièrement rameuses, formant un tissu très spongieux ; presque toujours une assise de longues cellules palissadiques.

Ovaire sans mamelons placentaires différenciés, ovules attachés sur le pourtour de la paroi.

Oxalate de calcium en sable cristallin isolé ou en petits prismes, octaèdres, ou cristaux maclés. Parfois certaines cellules à contenu mucilagineux contiennent de nombreux petits prismes aciculaires.

SECTION III. — *Othophora* Kusnez.

MORPH. EXT. — Racine vivace : tige dressée simple, à feuilles lancéolées, fasciculées à la base, pétiolées ; le bord du limbe n'est pas cartilagineux. Fleurs jaune pâle ponctuées de brun ; corolle à tube très court presque rotacée avec de très petits replis interlobaires asymétriques. Stigmate allongé enroulé en arrière. Capsule un peu stipitée, graines aplaties, ailées d'un côté. Cette section est intermédiaire entre *Cœlanthe* et *Aptera*.

Une espèce du Yunnan : *G. othophora* Franch.

MORPH. INT. — *Racine* à bois compact sans tubes criblés inclus, sauf dans la racine terminale près du collet. Rhizome ou souche assez développé, dont le cylindre central est divisé en masses libéroligneuses, analogues à celles des *Sweetia*, et séparées par de larges bandes parenchymateuses.

Tige avec quatre côtes ailées rapprochées et opposées par deux, et deux ou trois petites côtes dans l'intervalle. Épiderme à cuticule ridée. Parenchyme cortical méatique, endoderme à plissements très nets ; liber réduit. Bois très scléreux à la partie externe.

Des fascicules criblés périmédullaires.

Feuille à nervures proéminentes, sans collenchyme sous-épidermique. Épiderme à cuticule striée et soulevée en petites éminences coniques de 8-10 μ , l'épaisseur totale des cellules étant environ de 30 μ . L'épiderme supérieur est recticurviligne sans stomates; ces derniers sont nombreux à la face inférieure et mesurent 45-50 μ sur 25 à 30 μ . Mésophylle bifacial avec une assise palissadique.

Oxalate de calcium en très fins cristaux épars dans les parenchymes et aussi dans l'épiderme de la feuille.

SECTION IV. — *Stenogyne* Franch.

MORPH. EXT. — Plantes annuelles ou vivaces, à tige très ramifiée, souvent très grêles, droites ou redressées, avec 4 arêtes longitudinales, sans rosette de feuilles radicales : le bord du limbe est cartilagineux. Fleurs très belles, de couleur bleue, blanche ou rose; calice entier non ailé. Corolle campanulée, hypocratériforme chez *G. primuliflora*; replis interlobaires très développés et asymétriques. Capsule allongée, stipitée ou presque sessile, terminée par un style d'une longueur à peu près égale avec un stigmate à lobes recurvés. Graines un peu aplaties ou triangulaires, généralement ailées.

HAB. — 6 espèces, toutes de la Chine et de la province du Yunnan.

ESPÈCES ÉTUDIÉES. — *G. rhodanta* Franch., *G. serra* Franch., *G. pterocalyx* Franch., *G. primuliflora* Franch.

MORPH. INT. — *Racine* à écorce caduque, protégée par un endoderme à cellules primitives épaissies, avec 10-12 cloisons secondaires (*G. rhodanta*) ou 1-2 (*G. serra*); péricycle généralement épais; liber assez développé, collenchymateux à la partie externe. Ces régions montrent quelques cellules à contenu mucilagineux contenant de fins cristaux aciculaires d'*oxalate de calcium*. Bois peu parenchymateux, avec d'assez gros vaisseaux et sans tubes criblés.

Tige. — Elle porte toujours quatre expansions membraneuses épaisses (*G. rhodanta*), comprenant 1-2 assises de parenchyme limité par l'épiderme (*G. pterocalyx*, *primuliflora*), ou réduites aux deux assises épidermiques accolées (*G. serra*). Épiderme à cuticule épaisse fortement ridée, gonflable par l'eau, et souvent soulevée en papilles coniques, courtes. Parenchyme cortical mince, de 3-6 assises de cellules, terminé par un endoderme très net. Péricycle à une assise de cellules, souvent interrompu, car dans ces espèces

le liber est extrêmement réduit ; la lignification atteint fréquemment jusqu'à l'endoderme. Ce dernier n'est plus représenté que par les petits amas isolés de tubes criblés, adossés d'une part à l'endoderme, et inclus dans le sclérenchyme ligneux de l'autre côté (*G. primuliflora*, *pterocalyx*, etc.). Bois avec de nombreux vaisseaux assez larges vers la moelle, fibreux dans sa partie externe, sans rayons médullaires.

La moelle est résorbée au centre, et la partie périphérique contient des amas criblés généralement volumineux.

Feuille. — Épiderme à cuticule striée, muni de proéminences papilleuses coniques, donnant une apparence scabre à la feuille. Ces proéminences sont surtout nombreuses sur les bords du limbe. Quelques cellules du mésophylle, ainsi que les parois internes et latérales de l'épiderme, ont subi une différenciation cornée ; elles forment une faible zone cartilagineuse, translucide, sans chlorophylle, qui borde le limbe d'une façon plus ou moins complète. Les cellules épidermiques supérieures sont généralement recticurvilignes, avec de très rares stomates ; les cellules de la face inférieure sont ondulées et les stomates arrondis, nombreux, sont entourés de trois cellules. Le mésophylle présente un parenchyme chlorophyllien assez serré, de 2-4 assises de cellules un peu allongées, presque isodiamétriques. Souvent la membrane de ces cellules est tellement gonflable par l'eau qu'il ne subsiste que les deux cuticules ; les solutions d'acide lactique permettent seules l'étude histologique, toujours extrêmement difficile sur les échantillons secs de ces espèces à parois gélifiées.

Oxalate de calcium moins abondant que dans les sections précédentes ; cependant, à la lumière polarisée, on distingue de fins cristaux épars çà et là dans les parenchymes, surtout dans le parenchyme chlorophyllien.

SECTION V. — *Frigida* Kusnez.

MORPH. EXT. — Plantes gazonnantes à racine vivace ou annuelle ; tiges couchées ou redressées, avec les feuilles disposées en rosette radicale, à

bord peu ou pas cartilagineux. Fleurs bleues ou blanches; calice indivis, rarement fendu d'un côté; corolle campanulée, infundibuliforme ou hypocratérisiforme, avec des replis interlobaires symétriques plus ou moins développés, portant d'ordinaire sur le côté une dent en forme de vrille. Style nul ou allongé avec un stigmate révoluté ou creusé en coupe.

Capsule longuement stipitée, car elle s'allonge considérablement à la maturité du fruit. Graines arrondies ou allongées à tégument muni d'épaississements réguliers en réseau. On peut faire dans cette section plusieurs divisions contenant des espèces de passage, avec les sections *Pneumonanthe*, *Chondrophylla*, *Cyclostigma*.

HAB. — 25 espèces des hautes régions de la Chine et de l'Himalaya. Quelques espèces se rencontrent aussi dans l'Asie et l'Europe centrales, et dans le nord de l'Amérique.

ESPÈCES ÉTUDIÉES. — *G. algida* Pall., *G. ternifolia* Franch., *G. hexaphylla* Maxim., *G. melandrifolia* Franch., *G. microdonta* Franch., *G. cephalantha* Franch., *G. sikkimensis* Clarke, *G. glauca* Pall., *G. picta* Franch., *G. yunnanensis* Franch., *G. lineolata* Franch.

MORPH. INT. — *Racine*. — Écorce caduque limitée d'ordinaire par l'endoderme persistant formé de cellules allongées à parois épaissies, et divisées par des cloisons radiales et tangentiellles nombreuses (*G. ternifolia*, fig. 2. Pl. II). Péricycle et liber plus ou moins développés et collenchymateux. Bois assez parenchymateux, parfois (*G. sikkimensis*) entièrement lignifié, mais sans tubes criblés inclus. La moelle se prolonge assez loin dans la racine terminale et possède des fascicules criblés.

Tige. — Généralement arrondie, sans ailes, présentant simplement parfois quelques arêtes longitudinales petites, visibles surtout sur les pédoncules floraux (*G. lineolata*, *microdonta*, etc.). Épiderme persistant à cuticule épaisse striée, munie de papilles courtes ou assez développées (*G. ternifolia*) et donnant une apparence scabre à la tige.

Liber très mince, réduit aux quelques amas criblés adossés à l'endoderme; dans les tiges les plus grosses et chez certaines espèces (*G. glauca*, *melandrifolia*, etc.), la bande libérienne est assez épaisse. Bois toujours compact, à éléments scléreux ponctués; les trachées primaires se détachent du cylindre lignifié, et sont plongées dans un parenchyme mou qui se confond avec la partie périphérique de la moelle, dans laquelle sont espacées les îlots criblés.

Feuille dont les nervures principales sont généralement proéminentes à la face inférieure, et forment parfois des carènes ailées (*G. cephalantha*). Épiderme à cuticule épaisse, striée; beaucoup de cellules portent une éminence cylindrique ou conique, véritable papille creuse, ridée, moins élevée que dans l'épiderme de la tige, mais en nombre beaucoup plus grand, surtout sur les bords du limbe foliaire. Les stomates n'existent guère qu'à la face inférieure. Mésophylle très lacuneux à peu près homogène, dont les cellules supérieures sont simplement un peu allongées et plus serrées.

Oxalate de calcium toujours en fins cristaux épars; il est assez abondant (*G. sikkimensis*, *cephalantha*, *ternifolia*, etc.), ou bien rare (*G. algida*, *picta*, *lineolata*, etc.); il existe surtout dans le parenchyme chlorophyllien de la feuille, sous forme de sable cristallin en grains isolés.

SECTION VI. — *Aptera* Kusnez.

SYN. — *Cyane* Griseb. pp., *Pneumonanthe* Neck. pp., *Tretorrhiza* Ren. pp., *Cruciata* Gand. pp.

MORPH. EXT. — Plantes vivaces avec un rhizome recouvert de filaments, derniers vestiges des faisceaux des feuilles radicales des années précédentes. Tiges souvent couchées puis redressées. Feuilles en faisceau radical, lancéolées linéaires, à bord non cartilagineux; belles fleurs blanches ou bleues. Calice à tube ordinairement indivis; corolle campanulée infundibuliforme ou hypocratériforme avec des replis interlobaires dont les deux parties sont égales (symétriques) et bifides. Stigmate enroulé en arrière, parfois sessile sur la capsule courtement stipitée ou elle-même sessile. Graines lisses, elliptiques.

HAB. — 17 espèces de l'Asie centrale, quelques-unes de la Sibérie et de l'Europe.

ESPÈCES ÉTUDIÉES. — *G. cruciata* L., *G. thibetica* King., *G. straminea* Maxim., *G. Walujewi* Rgl., *G. biflora* Rgl. (1).

MORPH. INT. — *G. cruciata* L. (*Hippion cruciata* Schm., *Ericoila cruciata* Ren.). — *Racine*. — Les racines latérales sont limitées par l'endoderme dont les cellules possèdent 18-20 cloisons secondaires; le péricycle et le liber assez épais sont un peu collenchymateux; le bois est parenchymateux sans

(1) Toutes ces espèces nous ont été expédiées, à l'état frais, du Jardin botanique de Saint-Petersbourg.

tubes criblés avec larges vaisseaux. Dans la racine terminale, l'endoderme est souvent exfolié par subérification successive, avec ou sans cloisonnements tangentiels, des cellules du péricycle. Dans la souche, l'anneau libéroligneux est disjoint par de larges bandes parenchymateuses.

Tige. — Épiderme à cuticule peu ridée; parenchyme cortical homogène, avec quelques cellules à contenu mucilagineux, et renfermant de nombreux et fins petits prismes aciculaires d'*oxalate de calcium*; les mêmes cellules se rencontrent dans la moelle. Endoderme souvent subérifié surtout à la base de la tige. Liber assez épais avec quelques assises secondaires; l'accroissement secondaire se fait ici à peu près à la façon ordinaire. Bois très compact à éléments scléreux aréolés. Moelle avec fascicules criblés, nombreux dans toute son étendue, protégés parfois par de grosses cellules scléreuses un peu allongées; la partie centrale de la moelle se résorbe après la floraison.

Feuille. — Épiderme supérieur avec de rares stomates, mais nombreux à la face inférieure et arrondis. Mésophylle bifacial, composé de deux assises palissadiques, dont la première est surtout nettement différenciée; le reste du mésophylle, formé de cellules rameuses, est par conséquent spongieux. Le système fasciculaire des grosses nervures est disposé en un arc dont les pointes se séparent parfois, pour donner de petits faisceaux isolés.

Ovaire sans mamelons placentaires; les ovules anatropes horizontaux, unitégumentés, sont attachés par un funicule court directement à la paroi.

Oxalate de calcium, réparti en paquets de fins prismes aciculaires contenus dans des cellules à mucilage, ou bien en cristaux courts, prismatiques, épars dans les cellules.

Autres espèces. — *Tige.* — Parenchyme cortical à méats petits (*G. thibetica*) ou à larges lacunes irrégulières, plus ou moins écrasé (*G. Walujewii*, *straminea*); l'on y trouve rarement des cellules à mucilage oxalifères. Le liber est bien développé; le bois est surtout formé d'éléments

scélérénchymateux très allongés, ponctués. Fascicules criblés surnuméraires, nombreux et volumineux à la périphérie de la moelle, plus petits et assez rares au centre.

Feuille. — Épiderme à cuticule épaisse, non papilleux avec des stomates très rares à la face supérieure. Parenchyme palissadique, composé soit d'une assise de longues cellules rectangulaires occupant environ la moitié de l'épaisseur du limbe (*G. straminea*) ou un tiers seulement (*G. Walujewii*), soit de deux assises, l'extérieure à cellules très allongées, la seconde à éléments un peu rectangulaires presque isodiamétriques (*G. thibetica*). Le reste du mésophylle à cellules rameuses est très spongieux. Les stomates, dispersés à la surface de l'épiderme inférieur ondulé, sont entourés toujours de trois, rarement de quatre cellules à peu près égales; généralement ils sont situés au niveau de la cuticule; quelquefois ils sont un peu proéminents (*G. straminea*). Les nervures sont très développées, possédant un arc vasculaire unique, dont les pointes se disjoignent parfois, et muni d'un épais périderme avec tubes criblés.

Ovaire dont les ovules sont attachés tout autour de la paroi sans mamelons placentaires.

Oxalate de calcium, quelquefois en paquets de prismes aciculés contenus dans des cellules mucilagineuses, le plus souvent en prismes courts, très petits, épars dans les parenchymes et le tissu chlorophyllien de la feuille.

SECTION VII. — *Isomeria* Kusnez.

MORPH. EXT. — Petites plantes formant généralement un gazon annuel ou vivace. Tige très courte, couchée puis redressée, parfois sans rosette de feuilles radicales. Le bord du limbe est aussi quelquefois un peu cartilagineux. Fleurs bleues ou purpurines, à tube du calice indivis et corolle campanulée ou infundibuliforme avec des replis interlobaires bien développés et symétriques. Style variable à stigmate révoluté. Capsule plus ou moins stipitée avec des graines elliptiques, lisses, non ailées. D'après Kusnezow, cette section est intermédiaire entre *Frigida* dont elle se rapproche par la corolle et la capsule et *Chondrophylla* par la forme des replis.

HAB. — 5 espèces de l'Himalaya.

ESPÈCE ÉTUDIÉE. — *G. Delavayi* Franch.

MORPH. INT. — *Racine* latérale à bois très compact non

parenchymateux, avec un liber assez épais et un péricycle collenchymateux à cellules aplaties; l'endoderme a des cellules épaissies qui montrent 15-18 cloisons radiales secondaires. Le pivot de la racine présente comme toujours un cylindre central disjoint si la coupe passe dans la souche aux environs du collet, et contient une assez grande quantité d'*oxalate de calcium*.

Tige un peu quadrangulaire avec épiderme à papilles cylindro-coniques d'une hauteur égale environ à l'épaisseur de la cellule. Liber réduit et bois extrêmement serré. Le tissu conducteur surnuméraire est très développé, représenté par des fascicules criblés et même des fascicules cribro-vasculaires vers le centre de la moelle. Les trachées primaires du bois normal sont isolées à la partie interne de la bande ligneuse, et plongées dans le parenchyme mou périnéduallaire.

Feuille. — Mésophylle lacuneux, bifacial, avec 2-3 assises de parenchyme chlorophyllien palissadique; bord du limbe non cartilagineux, mais dont les cellules sont munies d'une papille très bien développée.

Oxalate de calcium formé de sable cristallin en grains isolés dans les parenchymes.

SECTION VIII. — *Chondrophylla* Bg.

SYN. — *Ericala* Ren. pp., *Hippion* Schm. pp., *Eurythalia* Gr.

MORPH. EXT. — Plantes formant un gazon annuel ou vivace; feuilles radicales en rosette, avec le limbe franchement cartilagineux sur le bord; fleurs blanches, bleues, violacées, etc., à calice dont le tube est indivis; corolle infundibuliforme ou hypocratériforme n'ayant que très rarement des franges à la gorge; les replis interlobaires sont bien apparents et symétriques. Style variable à stigmate allongé, révoluté. Capsule ovale-oblongue, arrondie au sommet, atténuée à la base en pédoncule qui s'allonge fréquemment à la maturité. Graines oblongues, lisses, non ailées.

HAB. — 54 espèces environ, originaires de l'Asie, l'Europe et l'Amérique. Elles sont très affines, peu faciles à déterminer; la plupart nous viennent de l'Himalaya et des hautes montagnes des provinces du sud-ouest de la Chine (Yunnan, Su-Tchuen, etc.).

ESPÈCES ÉTUDIÉES. — *G. pyrenaica* L., *G. nipponica* Maxim., *C. Thunbergii* Griseb., *G. tinoides* Franch., *G. rubicunda* Franch., *G. recurvata* Clarke, *G. quadrifaria* Blume, *G. papillosa* Franch., *G. albescens* Franch., *G. fastigiata* Franch., *G. decemfida* Hamilt., *G. squarrosa* Ledeb., *G. alsinoides* Franch., *G. bella* Franch., *G. myrioclada* Franch.

MORPH. INT. — G. pyrenaica. — *Racine.* — Écorce caduque avec un endoderme persistant longtemps, à cellules épaissies, munies de nombreuses divisions radiales de deuxième et troisième formation (fig. 1, Pl. II); péricycle collenchymateux; liber peu épais; bois parenchymateux avec d'assez nombreux vaisseaux.

Tige. — Épiderme à cuticule mince, à peu près lisse; parenchyme cortical lacuneux, à cellules aplaties dont les parois ont subi une différenciation plus ou moins cornée, ce qui paraît être ordinairement la conséquence d'une subérification rapide de l'endoderme. Ce dernier, surtout vers la base de la tige, possède des parois très épaisses et parfois 1-2 cloisons secondaires; liber assez développé, formant une bande continue très nette. Le bois est peu épais, à éléments larges avec des trachées isolées dans un parenchyme mou pérимédullaire, qui contient aussi de nombreux et petits fascicules criblés. La moelle centrale à larges cellules arrondies se résorbe après la floraison.

Feuille. — Épiderme supérieur à cellules largement ondulées de 30-35 μ d'épaisseur, dont 12-15 μ pour la cuticule. La paroi interne de l'épiderme et la paroi externe des cellules du tissu chlorophyllien se gélifient et s'écartent l'une de l'autre, séparées ainsi par une petite bande mucilagineuse plus ou moins épaisse (fig. 3, Pl. III). Mésophylle à peu près homogène, très méatique. Stomates à ostiole étroite, généralement entourés de quatre cellules.

Oxalate de calcium en grains cristallins peu nombreux, épars dans les parenchymes.

Autres espèces. — *Racine.* — Écorce caduque avec cellules endodermiques présentant de 10-20 cloisons secondaires. Péricycle prosenchymateux, ainsi que le liber qui présente çà et là de fins tubes criblés à parois minces, inclus dans les cellules épaissies du parenchyme libérien. Bois avec larges vaisseaux, et beaucoup de parenchyme sans tubes criblés.

Tige. — Elle est généralement de section un peu ellipsoïde,

rectangulaire à cause de la disposition des côtes longitudinales ordinairement au nombre de 6, rapprochées par 3 aux extrémités d'un même diamètre. Ces côtes, parfois très développées (*G. recurvata*, etc.), le sont très peu chez d'autres espèces (*G. rubicunda*, *albescens*, etc.) ; elles sont parfois aliformes sur les pédoncules floraux, et il peut exister, dans le grand intervalle laissé par ces deux amas de trois arêtes, une ou plusieurs très petites côtes longitudinales (*G. nipponica*). Épiderme à cuticule épaisse striée, soulevée en papilles fréquemment très développées (fig. 6, Pl. II ; fig. 10, 11, 12, 13, Pl. IV). Écorce toujours très lacuneuse ; les parois des cellules se gonflent, subissent une différenciation cornée ou cartilagineuse (fig. 6, Pl. II) ; le tissu s'aplatit et les cellules ne contiennent souvent ni protoplasme ni noyau. Dans toutes ces espèces, l'endoderme est toujours franchement subérifié.

Vers la base de la tige, souvent les méristèles qui se sont détachées du cylindre central courent longtemps dans le parenchyme cortical avant de se rendre aux feuilles (*G. bella*, *albescens*, etc.). Le liber est relativement bien développé, mais très bien réduit dans les pédoncules floraux ; le bois compact, sans rayons médullaires, est moins fibreux que dans les sections précédentes. Les éléments du sclérenchyme ligneux sont larges et ponctués ; les trachées, entourées d'un parenchyme mou, sont voisines des fascicules criblés toujours situés dans la portion périphérique de la moelle, car la partie centrale se résorbe à la floraison.

Feuille. — Une bonne étude histologique de la feuille est impossible sur des échantillons d'herbier ; la partie du limbe non cartilagineuse est extrêmement lacuneuse et les réactifs sont insuffisants pour faire reprendre aux tissus une forme se rapprochant de leur structure normale. Les parois des cellules ont subi une sorte de gélification, et, par le séjour dans l'eau, les feuilles desséchées se gonflent tellement qu'on ne retrouve plus, sous le microscope, que les cuticules des deux épidermes avec quelques vaisseaux épars dans une

masse mucilagineuse. Certains échantillons frais nous ont permis cependant de nous faire une idée générale de la structure des feuilles de cette section. L'épiderme est formé de cellules ondulées, striées, soulevées en papilles, grosses, courtes (*G. nipponica*, *rubicunda*, *squarrosa*, etc.), ou cylindro-coniques et très élevées (*G. papillosa*, *albescens*, *fastigiata*, *alsinoides*, etc.) (Voy. fig. 8-15, Pl. IV ; fig. 6, Pl. III).

Le mésophylle paraît toujours à peu près homogène, les cellules constituant le parenchyme chlorophyllien étant un peu plus serrées et elliptiques. La particularité la plus caractéristique de cette section est la transformation cornée des cellules des bords du limbe. Cette bande cartilagineuse, translucide, est parfois très faible (*G. nipponica*, *decemfida*, etc.), ou assez apparente (*G. fastigiata*); elle peut encore se montrer sous forme d'une lame de plusieurs millimètres, bordant toute la feuille, très épaisse (*G. quadrifaria*, fig. 5, Pl. III), ou réduite aux deux épidermes (*G. albescens*, fig. 6, Pl. IV). Cette production est aussi très bien développée chez beaucoup d'autres espèces (*G. papillosa*, *alsinoides*, *rubicunda*, *Thunbergii*, etc.).

Oxalate de calcium. — Se rencontre en quantité variable dans toutes les espèces, et toujours sous la forme de fin sable cristallin, soit en grains épars visibles seulement à la lumière polarisée, soit réuni en amas dans de véritables cellules spéciales rappelant celles de certaines Solanées.

SECTION IX. — *Thylacites* Ren.

SYN. — *Megalanthe* Gaud.

MORPH. EXT. — Plante vivace gazonnante, à tige ou hampe florale nulle ou très courte. Feuilles radicales en rosette. Fleurs d'un beau bleu à tube du calice indivis, à corolle infundibuliforme ou campanulée avec des replis interlobaires très grands et asymétriques. Étamines dont les anthères sont accolées intimement en un tube. Stigmate élargi, plus ou moins creusé en forme d'entonnoir. Capsule courtement stipitée, avec des graines rugueuses oblongues.

HAB. — 1 espèce de Linné : *G. acaulis* L. répandue dans toute la zone alpine européenne.

Nota. — Cette dénomination de *G. acaulis* est aujourd'hui abandonnée avec juste raison par les botanistes, car on a désigné sous ce nom, des plantes tout à fait différentes; la question nous paraît avoir été mise au point, d'une façon

incontestable, par Saint-Lager (1). On peut facilement déterminer aujourd'hui, par la morphologie externe, 4 espèces : *G. excisa* Presl., *G. angustifolia*, *G. Clusii* Perr. et Song., *G. alpina* Vill.

Nous pensons que *G. angustifolia* n'est qu'une variété de *G. excisa*, avec des feuilles elliptiques lancéolées, et une corolle qui jaunit toujours par la dessiccation, tandis que celle de *G. excisa* conserve sa superbe couleur bleue. Le *G. alpina*, bien délimité par sa zone d'extension géographique, nous paraît avoir acquis de nos jours des caractères suffisamment fixés pour être transmis constamment par l'hérédité et constituer par conséquent des caractères taxinomiques d'espèce.

De même pour le *G. coriacea* St-Lag. (*G. Clusii* Perr. et Song.) dont la feuille est tout à fait caractéristique.

L'histologie ne donne guère, pour ces espèces, évidemment fixées depuis un temps relativement peu éloigné, des caractères bien nets; cependant, nous pensons qu'après avoir réuni et comparé entre eux un grand nombre d'échantillons, de provenances les plus diverses, il sera peut-être possible de tirer quelques caractères microscopiques qui aideront à la différenciation de ces espèces ou sous-espèces, dont la souche ancestrale est évidemment commune.

MORPH. INT. — *G. excisa* Presl. (*G. acaulis* α L. ; *G. acaulis* α *latifolia*, Gr. et God ; *G. acaulis*, A. Kerner ; *G. acaulis* ν . *mollis*, Neilr. ; *G. acaulis* β *vulgaris* Reichenb. ; *G. Kochiana*, Perr. et Song.).

Racine. — Faisceau primaire diarche ; endoderme à larges cellules ; écorce à 4-5 assises de grandes cellules arrondies, les extérieures un peu subérifiées. Plus tard, l'écorce primaire disparaît, l'endoderme cloisonne ses cellules radialement, le péricycle se multiplie et devient collenchymateux ; le liber secondaire se développe ainsi que le bois qui se lignifie presque totalement.

Tige. — La tige est une simple hampe florale avec quelques petites feuilles opposées. Épiderme à cuticule assez épaisse, lisse ; écorce surtout lacuneuse dans la zone externe, avec un collenchyme sous-épidermique de 2-3 assises. Le liber est réduit à une lame de faible épaisseur contenant des amas de fins tubes criblés (3-5 μ de diamètre). Bois très scléreux sans rayons médullaires ; les tubes criblés de la moelle sont surtout périphériques, mais pénètrent parfois assez profondément vers la partie centrale.

Feuille. — Épiderme supérieur dont les cellules sont par-

(1) Saint-Lager, *Les Gentianelles du groupe « Grandiflora »*. Lyon, 1896.

fois de grandeur très inégale, 26-35 μ ; le parenchyme chlorophyllien est formé de cellules presque isodiamétriques (4-6 assises dans les feuilles radicales, 3-4 dans les petites feuilles caulinaires), assez serrées, occupant moitié de l'épaisseur totale du limbe; le reste du mésophylle est très lacuneux; les stomates, entourés de 3 cellules, mesurent de 40 à 30 μ environ, et sont situés au niveau des deux épidermes ondulés.

L'examen histologique d'un échantillon, acclimaté depuis trois années, dans les jardins de l'École supérieure de pharmacie, ne nous a donné aucune modification sensible de la feuille, si ce n'est une condensation plus grande des cellules du parenchyme chlorophyllien.

Ovaire à placentas peu proéminents; les ovules sont attachés de chaque côté de la ligne de suture des carpelles.

G. angustifolia. — Cette espèce présente à peu près les mêmes caractères histologiques que *G. excisa* Pr. Comme nous l'avons dit précédemment, une étude approfondie d'échantillons nombreux de provenances diverses est encore nécessaire pour faire ressortir les petites variations anatomiques qui séparent ces deux espèces.

G. alpina. — *G. excisa* β *minor* Koch.; *G. excisa* v. *alpina* Nyman.; *G. acaulis* v. *parvifolia* Gr. et Godron; *G. acaulis* v. *alpina* Grisebach.

Racine. — Elle présente un péricycle sensiblement plus épais et plus lacuneux que dans les espèces précédentes.

Tige tout à fait analogue à celle de *G. excisa*.

Feuille dont les cellules épidermiques mesurent de 30 à 45 μ ; dans les feuilles caulinaires, les cellules du parenchyme chlorophyllien sont un peu plus quadrangulaires.

G. coriacea St-Lag. (*G. Clusii* Perr. et Song; *G. acaulis* β L.; *G. acaulis* v. *angustifolia* Griseb; *G. acaulis* v. *media* Gr. et Godr.; *G. acaulis* v. *vulgaris* Neilr.; *G. acaulis* Presl.; *G. grandiflora* Lam.; *G. angustifolia* Reichb.; *G. firma* A. Kerner, etc.).

Racine ne différant guère de *G. excisa* que par un nombre moindre de cloisons radiales secondaires de l'endoderme (2-8).

Tige dont le bois est sensiblement plus épais ; parenchyme cortical aplati, extrêmement lacuneux.

Feuille caractérisée nettement par des cellules épidermiques supérieures de 40-50 μ , présentant fréquemment de petites proéminences de 8-10 μ , bien développées surtout vers les bords du limbe des feuilles caulinaires. Parenchyme chlorophyllien à 3-4 assises et mésophylle très lacuneux ; les stomates entourés généralement de quatre cellules, dont deux franchement plus petites, sont de dimension beaucoup moindre que chez le *G. excisa* ; ils mesurent environ de 25-28 μ .

Oxalate de calcium en petits prismes aiguillés, épars dans le mésophylle, et en courts et rares cristaux prismatiques dans l'épiderme et les divers parenchymes.

SECTION X. — *Cyclostigma* Griseb.

SYN. — *Thyrophora* Neck., *Calathiana* Bg. pp., etc.

MORPH. EXT. — Plantes annuelles ou vivaces, gazonnantes, avec des hampes florales plus ou moins développées. Fleurs bleues, petites, à corolle souvent hypocratériforme, avec des replis interlobaires asymétriques, fréquemment bifides. Anthères dressées, libres. Capsule sessile ou brièvement stipitée avec un style distinct surmonté d'un stigmate infundibuliforme, à bords frangés. Graines oblongues, à tégument réticulé, non ailées, sauf *G. imbricata* Fröl.

HAB. — 6 espèces environ, originaires des hautes montagnes de l'Europe et de l'Asie et des régions arctiques de l'Europe et de l'Amérique du Nord.

ESPÈCES ÉTUDIÉES. — *G. verna* L., *G. nivalis* L., *G. bavarica* L., *G. utriculosa* L.

MORPH. INT. — *G. verna* (*G. utriculosa* Wahlenb. non L. ; *G. bavarica* Pall. non L. ; *G. uniflora* Georg. ; *G. æstiva* Rœm et Schult. : *G. discolor* Hoffms. ; *G. pumila* Vill. non Jacq. ; *Hippion æstivum* Schmidt ; *Ericala æstiva* Don.

Racine vivace ; cellules endodermiques à 6-8 cloisons ; structure générale semblable à celle des espèces des sections voisines.

Tige avec six petites côtes longitudinales, dont quatre opposées deux à deux ; épiderme à cuticule plissée ; écorce très lacuneuse ; liber réduit aux amas de tubes criblés primaires séparés par quelques cellules de parenchyme libérien. Bois

très compact, scléreux, pauvre en vaisseaux; l'accroissement est rapide et se fait de très bonne heure, l'activité de multiplication secondaire étant maxima au contact des premières trachées. Quand les cellules issues de ce fonctionnement centripète, ont atteint le nombre définitif nécessaire à la plante, la lignification se fait presque d'un bloc. La portion périphérique de la moelle est sclérifiée et contient des amas de tubes criblés.

Feuille. — Épiderme supérieur à grandes cellules de 50-60 μ ; mésophylle peu lacuneux, à peu près homogène, le parenchyme chlorophyllien est formé de trois à quatre rangées de cellules isodiamétriques sensiblement arrondies, occupant environ la moitié de l'épaisseur totale du limbe; dans la variété *G. angulosa*, le parenchyme chlorophyllien, moins épais, n'a que deux assises qui forment un tiers de l'épaisseur totale du limbe. Stomates gros, arrondis, de 50-55 μ .

Ovaire à quatre mamelons placentaires peu proéminents.

G. bavarica. — *Tige.* — Épiderme à cuticule un peu ridée; parenchyme cortical extrêmement lacuneux, liber réduit. Bois issu d'un méristème secondaire dont les cloisonnements se font dans toute l'épaisseur du tissu compris entre les trachées et les îlots libériens normaux. On trouve, autour de la moelle, de nombreux petits îlots de tubes criblés; plus profondément, autour de la lacune centrale, il n'est pas rare de voir ces fascicules criblés se compléter par la différenciation sur place de quelques éléments ligneux.

Feuille. — Cellules épidermiques supérieures de 40-45 μ ; mésophylle à peu près homogène, très lacuneux vers la face inférieure; stomates de 35-40 μ sur 28-30 μ .

Ovaire sans mamelons placentaires différenciés; ovules attachés sur la paroi.

Graine à embryon droit assez volumineux.

Dans la variété *G. brachyphylla*, la tige ne possède pas de faisceaux cribro-vasculaires dans la moelle; la feuille diffère un peu par les cellules épidermiques plus grandes, de 50-55 μ ,

le mésophylle plus serré, les stomates plus arrondis, entourés généralement de quatre cellules.

G. nivalis. — *Racine* à bois très compact, avec cellules endodermiques primitives très grandes, présentant 10-15 cloisons secondaires.

Tige avec quatre arêtes ailées; parenchyme cortical très lacuneux; liber réduit; bois très dense avec nombreux fascicules criblés dans la moelle.

Feuille. — Épiderme à cellules de 25-30 μ , dont la cuticule épaisse, mamelonnée, est très ridée; mésophylle homogène un peu plus serré à la face supérieure.

Ovaire sans mamelons placentaires, les ovules sont attachés sur toute la paroi interne.

G. utriculosa. — *Racine* à bois peu parenchymateux; endoderme à 8-10 cloisons.

Tige. — Quelques amas criblés secondaires prennent naissance dans les cellules externes du méristème qui ne se lignifient pas. Ce fait se présente assez fréquemment et montre comment les tissus provenant du fonctionnement de ce méristème peuvent se différencier, suivant les besoins de la plante, en tubes criblés ou en éléments ligneux. Cette tige ressemble beaucoup anatomiquement à celle de *G. bavarica*.

Feuille. — Épiderme à cellules de grandeur extraordinairement variable, 35-60 μ . Mésophylle bifacial avec 2-5 assises de cellules franchement palissadiques formant moitié de l'épaisseur totale du limbe. Stomates arrondis un peu enfoncés entourés de trois cellules (fig. 7, Pl. IV).

CARACTÈRES ANATOMIQUES GÉNÉRAUX. — *Racine* limitée généralement par un endoderme à longues cellules avec de nombreuses cloisons radiales; bois compact, un peu parenchymateux vers le centre.

Tige avec des côtes longitudinales plus ou moins développées, à écorce lacuneuse; liber peu épais; bois dont l'accroissement est très rapide. Fascicules criblés surtout pérимédullaires; quelquefois (*G. bavarica*), il existe quelques fascicules conducteurs complets.

Feuille. — Épiderme ondulé avec de larges stomates entourés de trois cellules, et un parenchyme chlorophyllien assez développé, à cellules presque isodiamétriques; le mésophylle inférieur est très méatique.

Ovaire à placentas très peu développés; les ovules paraissent fréquemment, comme dans la section précédente, attachés tout autour de la paroi et rappellent la disposition de ceux des *Sweetia*.

Oxalate de calcium peu abondant.

SOUS-GENRE II. — *Gentianella* Kusnez.

CARACTÈRES MORPHOLOGIQUES. — Sépales imbriqués à leur partie inférieure, toujours bien développés et sans membrane intracalycinale, parcourus par 5-7-9 faisceaux libéroligneux parallèles; le tube du calice est toujours régulier, jamais fendu d'un côté. La corolle porte 1-2 nectaires à la base de chaque pétale, mais alors ils n'existent pas à la base de l'ovaire; le tube et la gorge de la corolle sont fréquemment frangés. Anthères toujours libres.

Environ 120 espèces, la plupart des hautes régions montagneuses, quelques-unes des plaines de l'Amérique, de l'Asie et de l'Europe.

SECTION XI. — *Dasystephana* Griseb.

Une espèce : *G. thyrsoides* Hook. des Andes du Pérou.

SECTION XII. — *Andicola* Griseb.

SYN. — *Oreophylax* Endl.

MORPH. EXT. — Plantes vivaces à corolle rotacée ou hypocratériforme; parfois, la partie inférieure du tube de la corolle, entre les filets staminaux, est garnie de franges; souvent la base du filet de l'étamine est munie de poils. Anthères mobiles; style court à stigmate élargi. Capsule sessile; semences non ailées.

HAB. — Au moins 50 espèces dans les Andes et dans la zone tempérée de l'Amérique du Sud et l'Australie.

ESPÈCES ÉTUDIÉES. — *G. rupicola* Kunth., *G. limoselloides* Kunth., *G. cernua* Kunth., *G. saxosa* Forst., *G. primulifolia* Griseb., *G. dilatata* Griseb., *G. cerastioides* Kunth., *G. corymbosa* Kunth., *G. cuspidata* Griseb., *G. multicaulis* Kunth., *G. foliosa* Kunth., *G. nummulariifolia* Griseb., *G. dissitifolia* Griseb., *G. Jamesonii* Hook., *G. diffusa* Kunth.

MORPH. INT. — *G. saxosa* (1). — *Racine* avec un endoderme, dont les cellules ne présentent qu'un petit nombre

(1) Nous décrivons cette plante comme type de la section, car nous avons reçu d'excellents échantillons du professeur F. v. Mueller.

de cloisons radiales; le péricycle et le liber sont peu épais, et le cylindre ligneux, relativement très développé, est lignifié dans toute son étendue.

Tige un peu quadrangulaire, à écorce non lacuneuse et liber très étroit réduit à l'épaisseur des paquets de fins tubes criblés primaires. Bois très fibreux, serré, sans rayons médullaires. Nombreux et petits fascicules criblés pérимédullaires; la région centrale de la moelle, formée de larges cellules arrondies, se résorbe de bonne heure.

Feuille. — Épiderme supérieur sans stomates, à cuticule épaisse un peu striée; mésophylle homogène, lacuneux, un peu plus serré à la face supérieure. Stomates nombreux à la face inférieure, un peu proéminents, entourés de trois cellules.

Ovaire avec deux gros mamelons placentaires portant une grande quantité d'ovules semi-anatropes horizontaux à funicule gros et court, et à micropyle tourné vers l'extérieur.

Oxalate de calcium éparé sous forme de petits prismes plus ou moins apparents; quelquefois l'on rencontre de véritables et très fines macles dans le parenchyme de la tige ou le mésophylle de la feuille.

Autres espèces. — *Racine*. — Structure générale; quelques parois radiales dans les cellules de l'endoderme qui forme la couche la plus externe, parfois même exfoliée. Liber et péricycle relativement minces; bois compact sans tubes criblés inclus.

Tige présentant presque toujours quatre arêtes longitudinales, parfois aussi de véritables ailes disposées symétriquement par paires; dans certaines espèces, il existe encore d'autres petites côtes moins développées (*G. foliosa*, etc.). L'épiderme de la tige est formé de cellules à cuticule épaisse, portant fréquemment au centre une proéminence courte (*G. cuspidata*, *diffusa*, etc.) ou de véritables papilles (*G. dilatata*, *nummulariifolia*, etc.). Parenchyme cortical généralement lacuneux (*G. rupicola*, *Jamesonii*,

dilatata, etc.), ou devenant plus ou moins corné (*G. ceras-tioides*, *corymbosa*, *multicaulis*, etc.). Les cellules de l'endoderme sont souvent très subérifiées; le péricycle n'a jamais qu'une seule assise de cellules, parfois lignifiées comme les autres cellules voisines; le liber se trouve alors réduit à de petits amas de fins tubes criblés appuyés sur l'endoderme et sur le bois (*G. rupicola*, *cuspidata*, *nummulariifolia*, etc.). Le bois est généralement très compact à éléments fortement lignifiés surtout dans la partie externe, souvent étroits, quelquefois assez larges (*G. limoselloides*, etc.). La moelle dans la partie périphérique est persistante, et contient dans cette région de nombreux et petits îlots criblés.

Feuille. — Épiderme à cuticule épaisse, dont les cellules sont souvent soulevées en leur centre en éminences plus ou moins coniques, striées, pouvant devenir de véritables papilles, nombreuses au voisinage du bord du limbe (*G. dissitifolia*, *Jamesonii*, *dilatata*, etc.). Mésophylle assez homogène, très lacuneux à la partie inférieure; des cellules un peu ovoïdes plus serrées constituent à la face supérieure un parenchyme chlorophyllien assez important, parfois bien différencié (*G. multicaulis*, *diffusa*, etc.). Stomates rares ou nuls à la face supérieure, abondants à la face inférieure, souvent un peu proéminents et entourés de trois cellules.

Oxalate de calcium répandu en quantité variable, mais toujours faible, dans tous les parenchymes, sous forme de sable cristallin en grains épars. Quelquefois aussi, l'on rencontre un peu d'*amidon*.

SECTION XIII. — *Imaicola* Griseb.

Une espèce : *G. contorta* Royle, des hautes montagnes du sud de la Chine.

SECTION XIV. — *Stylophora* Clarke.

MORPH. EXT. — Corolle largement infundibuliforme, munie de franges à la gorge. Anthères mobiles; style très long; semences non ailées. Tégument réticulé en creux.

HAB. — 1 espèce : *G. stylophora* Clarke, de l'Himalaya et du sud de la Chine.

MORPH. INT. — *Racine* très parenchymateuse; le liber est lacuneux, et les vaisseaux sont isolés ou disposés par petits paquets dans la région externe du bois.

Tige. — Écorce lacuneuse; liber peu épais; bois extrêmement parenchymateux peu vasculaire; les éléments du sclérenchyme ligneux sont en général assez larges 8-15 μ , d'une longueur de 350-400 μ et ponctués.

La partie périphérique de la moelle est aussi sclérifiée et contient des amas criblés à l'intérieur desquels on peut rencontrer de longs éléments lignifiés et ponctués; ces derniers nous paraissent avoir un rôle conducteur analogue à celui du sclérenchyme ligneux, et les fascicules criblés deviendraient dans ce cas de véritables fascicules cribro-vasculaires.

Oxalate de calcium très rare.

SECTION XV. — *Megacodon*.

MORPH. EXT. — Corolle campanulée sans franges à la gorge. Style court à stigmate très large. Capsule sessile.

HAB. — 1 espèce: *G. venosa* Hemsl., de la Chine.

MORPH. INT. — *Tige* très sillonnée extérieurement, mais sans arêtes régulières, du moins sur les grosses tiges; écorce lacuneuse à endoderme très net; liber et bois analogues au précédent. La partie périphérique de la moelle adjacente au bois est scléreuse, et les fascicules criblés sont situés dans une bande parenchymateuse qui vient ensuite. Celle-ci est elle-même protégée par un nouvel anneau de cellules médullaires épaissies, et limitant la cavité centrale laissée par la partie de la moelle résorbée.

Oxalate de calcium en prismes isolés, ou en petites macles très nettes.

SECTION XVI. — *Amarella* Griseb.

SYN. — *Anthopogon* Neck, *Endotricha* Frol., *Chionanthe* et *Amarella* Gaud., *Eupsanthe*, *Eurythalia* pp., *Dasystephana* Ren. pp.}

MORPH. EXT. — Plantes annuelles, corolle hypocratériforme, avec des franges à la gorge. Anthères mobiles, stigmate et capsule sessiles. Graines non ailées.

HAB. — Plus de 40 espèces dans la zone tempérée et arctique et les régions montagneuses de l'hémisphère Nord; 2 seulement croissent dans l'Amérique du Sud.

Notu. — Cette section est composée de plantes extrêmement affines, présentant une variété de formes très considérable. Dans une étude récente, M. de Wettstein (1), reprend tous les travaux de classification concernant les espèces européennes de cette section; il dégage les synonymies nombreuses qui rendaient l'étude de ce groupe absolument impraticable, et donne les diagnoses des espèces ou sous-espèces qu'il croit devoir conserver. Son remarquable travail de systématique n'est pas seulement basé sur les caractères tirés de la morphologie extérieure, mais encore sur le développement, l'étendue et la disposition des aires d'extension géographique de chaque groupe de plantes ayant des caractères morphologiques absolument analogues (2). Les espèces européennes sont ramenées par lui à 6 groupes ou espèces morphologiques ancestrales : *G. crispata* Vis., *G. campestris*, sensu ampl., *G. Neapolitana* Fröl., *G. polymorpha* Wettst., *G. caucasea* Curt., *G. amarella* sensu ampl.

Evidemment, les théories scientifiques qui ont amené M. de Wettstein à ces conclusions sont très séduisantes, mais les résultats provenant de leur application ne constitueront jamais la base d'un système de classification; seulement, dans beaucoup de cas, ils pourront donner de précieux renseignements pour l'établissement de la phylogénie d'un groupe de plantes polymorphes, ou composé d'espèces très affines.

Un travail de morphologie interne comparée, concernant cette section de *Gentianes* fournirait peut-être aussi d'excellents renseignements au botaniste classificateur. Nous avons commencé nos recherches dans ce sens, mais nous avons acquis la conviction que, pour les mener à bien, il fallait s'entourer d'un nombre considérable de précautions et continuer ses observations pendant de nombreuses années. Les différences anatomiques entre ces espèces si voisines sont à peine apparentes, et on ne peut leur donner d'importance taxinomique que si leur constance est absolue. Une pareille étude exige autant que possible des matériaux frais et des échantillons de détermination certaine, récoltés non seulement à divers points de l'aire géographique, mais encore dans des endroits soumis à des conditions physiques différentes. Nous n'avons pas ici l'intention d'aborder ce sujet, mais il nous était impossible de passer sous silence la tentative très intéressante de M. de Wettstein, qui a pour but de faire introduire dans la classification des facteurs autres que ceux que nous offre la simple comparaison des organes extérieurs; nous nous contentons dans ce qui va suivre d'exposer la constitution anatomique de quelques espèces de ce groupe.

MORPH. INT. — *G. campestris* L. (3). — *Racine*. — Écorce primaire caduque; quand l'endoderme n'est pas exfolié, ses cellules présentent 10-12 cloisons radiales. Liber

(1) R. v. Wettstein, *Die Arten der Gattung Gentiana aus der Sektion « Endotricha »* Fröl. Wien, 1896.

(2) Voy., à ce propos : E. Perrot, *La méthode morpho-géographique en botanique systématique* (exposé critique des idées théoriques de M. de Wettstein) (Bull. Soc. Bot. Fr., 1898).

(3) Les coupes ont été faites sur des échantillons de diverses provenances : Savoie, Alpes centrales, centre et est de la France, etc.

mince; bois très serré surtout dans sa portion externe, avec quelques amas de parenchyme vers le centre, mais sans tubes criblés.

Tige munie de quatre côtes longitudinales; 1-2 assises de collenchyme sous-épidermique; le reste du parenchyme cortical écrasé se termine par un endoderme à parois latérales fortement subérifiées. Liber généralement peu épais, très réduit dans les pédicelles floraux. Bois très dense, fibreux à l'extérieur; les trachées primaires sont isolées dans un parenchyme mou, se continuant avec la région périphérique de la moelle qui contient aussi de nombreux petits fascicules criblés; la partie centrale de la moelle à larges éléments se résorbe plus tard.

Feuille. — Épiderme supérieur ondulé formé de cellules de 25-30 μ d'épaisseur avec de très rares stomates; méso-phylle à peu près homogène à cellules arrondies avec de larges méats; le parenchyme chlorophyllien est un peu plus serré. Les stomates, situés en grand nombre à la surface de l'épiderme inférieur ou bien un peu enfoncés, mesurent 30-40 μ environ. Souvent les cellules épidermiques, vers le bord du limbe, se soulèvent au centre en une très courte proéminence.

Ovaire arrondi avec des mamelons placentaires peu élevés, mais nettement différenciés.

Oxalate de calcium nul dans la feuille, mais sous forme de cristaux petits et très rares dans la moelle de la tige.

G. germanica Willd. (*G. Wettsteinii* Murb.). — *Racine* à liber mieux développé que dans les espèces précédentes; bois plus parenchymateux au centre.

Tige avec quatre côtes longitudinales peu élevées, dont le parenchyme cortical est moins écrasé vers le centre. Liber plus épais, d'autant plus développé que la coupe passe près de la base de la tige. Bois très scléreux, mais les trachées sont disposées dans la portion parenchymateuse périmedullaire, qui contient aussi les amas de tubes criblés. Ceux-ci pénètrent assez profondément jusqu'au contact des grosses

cellules de la moelle centrale, et il n'est pas rare de voir se développer quelques vaisseaux complétant le système conducteur des îlots les plus internes.

Feuille. — Épiderme strié, à cellules ondulées de 25-30 μ d'épaisseur, muni souvent d'une très courte papille, sur les bords du limbe. Mésophylle nettement bifacial; 2-3 assises de cellules allongées constituent le parenchyme chlorophyllien; le mésophylle lacuneux est composé de cellules rameuses.

Oxalate de calcium. — Se rencontre en petits cristaux rares, épars dans les parenchymes et aussi dans le mésophylle de la feuille.

G. tenella Rottb. (*G. glacialis* Thom.). — *Racine* à bois complètement lignifié, sauf quelques cellules du centre.

Tige avec quatre côtes ailées relativement très grandes; écorce à 3-4 assises de cellules arrondies, limitées par un endoderme épaissi; liber extrêmement réduit; bois très compact; de nombreux petits fascicules criblés péri-médullaires.

Feuille à cellules épidermiques ondulées de 20-30 μ d'épaisseur, à stomates arrondis de 25-30 μ ; mésophylle bifacial; 1-2 assises de cellules palissadiques formant un tiers de l'épaisseur du limbe.

Espèces exotiques (*G. arrecta* Franch., *G. cyananthiflora* Franch., *G. stellariifolia* Franch., *G. acuta* Mich.). La racine de ces espèces ne diffère en rien de celle des plantes précédentes; la tige est toujours munie de quatre côtes longitudinales plus ou moins ailées; le parenchyme cortical est souvent écrasé et l'endoderme, nettement épaissi, est imprégné d'une matière résineuse jaune, qui permet de le distinguer facilement sans le secours des colorations. Le liber, souvent réduit aux petits îlots criblés primaires, forme parfois une bande continue assez épaisse. La feuille présente un épiderme plissé, avec des éminences coniques, courtes, striées, mais sans papilles élevées comme chez certains groupes précédents; mésophylle le plus souvent bifacial.

Oxalate de calcium ordinairement nul ou très rare, parfois assez abondant (*G. arrecta*).

SECTION XVII. — *Antarctophila* Griseb.

MORPH. EXT. — Plantes annuelles à corolle rotacée sans franges à la gorge. Anthères mobiles. Capsule et stigmate sessiles. Graines non ailées.

HAB. — Environ 4 espèces des zones tempérées de l'hémisphère Sud.

ESPÈCES ÉTUDIÉES. — *G. patagonica* Griseb., *G. montana* Forst.

MORPH. INT. — *Racine*. — Écorce caduque, avec endoderme cloisonné persistant longtemps; bois presque complètement lignifié.

Tige à quatre côtes longitudinales aliformes; écorce mince, lacuneuse avec un endoderme très net; liber extrêmement réduit; bois très scléreux; de nombreux fascicules criblés pérимédullaires.

Feuille. — Mésophylle à peu près homogène, lacuneux. Épiderme avec stomates aux deux faces, à cellules ondulées, sans proéminences ni papilles.

Oxalate de calcium. — Nul ou très rare.

SECTION XVIII. — *Arctophila* Griseb.

MORPH. EXT. — Plantes annuelles à corolle infundibuliforme sans franges à la gorge. Anthères mobiles, capsule non stipitée, stigmate élargi, sessile. Graines non ailées.

HAB. — 10 espèces environ, des régions tempérées et arctiques et aussi des hautes montagnes de l'hémisphère Nord.

ESPÈCES ÉTUDIÉES. — *G. quinqueflora* Lam., *G. propinqua* Richard.

MORPH. INT. — *Racine* à bois entièrement lignifié avec de gros vaisseaux.

Tige arrondie (*G. quinqueflora*) ou avec quatre arêtes peu élevées (*G. propinqua*); parenchyme cortical très lacuneux chez ce dernier. Liber normal très réduit; bois scléreux et îlots criblés à la périphérie de la moelle.

Feuille. — Épiderme à grandes cellules ridées sans papilles, mésophylle lacuneux à peu près homogène.

Oxalate de calcium. — Nul.

SECTION XIX. — *Crossopetalum* Fröl.

SYN. — *Gentianella* Col., *Spiragyne* Neck.

MORPH. EXT. — Plantes vivaces ou annuelles; corolle infundibuliforme ou hypocratériforme sans franges à la gorge. Le bord des pétales est souvent frangé ou cilié. Anthères généralement mobiles; style variable avec stigmate en forme de couronne. Capsule sessile ou pédonculée. Graines couvertes d'aspérités ou d'écailles aux deux extrémités.

HAB. — Au moins 10 espèces des régions tempérées et arctiques et des hautes montagnes du l'hémisphère Nord.

ESPÈCES ÉTUDIÉES. — *G. ciliata* L., *G. detonsa* Fröl., *G. crinita* Fröl., *G. lanceolata* Griseb.

MORPH. INT. — **G. ciliata.** — *Racine.* — Écorce lacuneuse caduque; liber assez épais; bois très compact conservant un peu de parenchyme vers le centre, dans le pivot.

Tige (1). — Épiderme à cuticule un peu striée, écorce lacuneuse à endoderme non subérifié, liber extrêmement réduit; bois très sclérifié et fascicules criblés pérимédullaires très développés.

Feuille. — Épiderme à cuticule épaisse, ridée, de 6-8 μ . Mésophylle homogène, dont les cellules supérieures un peu plus serrées constituent un parenchyme chlorophyllien épais.

Pollen arrondi de 28 μ environ de diamètre, avec une exine lisse de 4 μ d'épaisseur, laissant voir trois fentes germinatives ayant chacune un pore médian.

Ovaire quadrangulaire quand il est jeune, arrondi plus tard (fig. 19, p. 163). Chaque feuille carpellaire porte deux mamelons placentaires bilobés, d'où 4 placentas portant de nombreux ovules allongés, anatropes à un seul tégument.

Oxalate de calcium très rare.

G. crinita (2). — *Racine.* — Écorce primaire caduque; les cellules extérieures du péricycle se subérifient pour protéger la racine. Liber peu développé; bois avec îlots de parenchyme non lignifié contenant des tubes criblés.

Tige tout à fait analogue au précédent, mais contenant

(1) E. Perrot, *Sur le tissu conducteur surnuméraire* (loc. cit.).

(2) Échantillon frais provenant du professeur Farlow (de Cambridge).

d'assez nombreux cristaux fins, simples ou maclés d'*oxalate de calcium*.

Feuille à cuticule épaisse, ridée ; mésophylle absolument

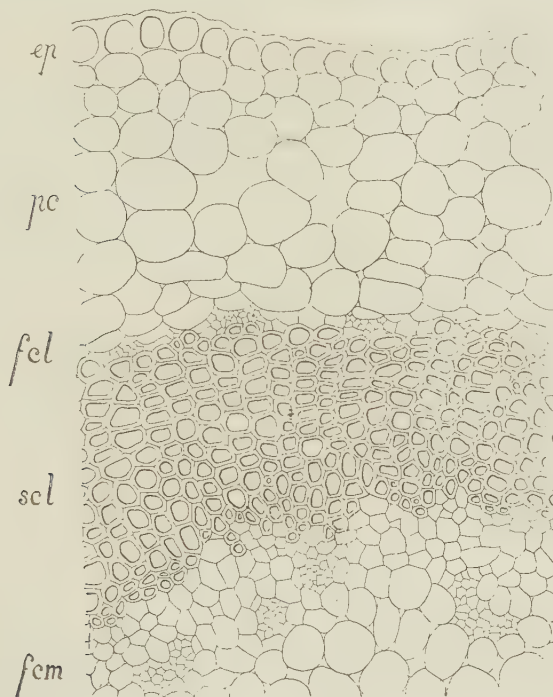


Fig. 25. — Tige adulte de *G. ciliata*. — *ep*, épiderme ; *pc*, écorce ; *fcl*, fascicules criblés du liber ; *scl*, sclérenchyme ligneux ; *fcm*, fascicules criblés médullaires.

homogène, stomates nombreux aux deux faces, entourés de 3-4 cellules.

Sépales et *pétales* à épiderme très papilleux.

Oxalate de calcium assez abondant.

Jaeskhea.

Deux espèces non étudiées.

Ixanthus Gr.

SYN. — *Wildpretina* O. Kze.

MORPH. EXT. — Plante herbacée droite, visqueuse, à feuilles amplexicaules 3-5-nerviées, avec de nombreuses fleurs jaunes 5-mères, disposées en cymes

bipares, garnies de préfeuilles et de bractées foliacées. Calice petit, campanulé, à divisions allongées et carénées; corolle presque rotacée à lobes ovales, tordus; étamines insérées dans le tube, avec des anthères dressées se recourbant en arrière après la déhiscence. Ovaire uniloculaire; placentas très fortement incurvés, donnant l'apparence biloculaire; graines petites à tégument réticulé.

HAB. — 4 espèce des Canaries : *I. viscosus* (Ait.) Gr.

MORPH. INT. — *Tige*. — Cellules épidermiques à cuticule ridée, munies de courtes papilles; écorce et liber peu épais; bois très serré, fibreux, contenant, comme les *Chironia*, des petits îlots de tubes criblés disposés en séries concentriques assez régulières. Portion périphérique de la moelle scléreuse, munie néanmoins de fascicules criblés.

Feuille. — Nervures très volumineuses, avec système fasciculaire disjoint. Mésophylle à peu près homogène, lacuneux; stomates à la face inférieure seulement, entourés de 3 cellules accessoires plus petites.

Oralate de calcium en petits prismes souvent très nets dans le mésophylle.

Pleurogyne Eschsch.

SYN. — *Lomatogonium* A. Br.

MORPH. EXT. — Herbes annuelles grêles, souvent très ramifiées. Fleurs peu nombreuses, isolées, 4-5-mères, ou bien très nombreuses et disposées alors en cymes paniculées très serrées. Calice à divisions linéaires souvent inégales, avec 1-3 faibles nervures; corolle rotacée à préfloraison tordue, dont les lobes sont presque linéaires, acuminés. Nectaires peu apparents ou nuls; étamines insérées à des hauteurs variables, à filet élargi à la base, et dont les anthères introrses, plus ou moins sagittées, sont fréquemment recourbées en arrière. Ovaire uniloculaire avec des ovules insérés tout autour de la paroi, sans placentas différenciés. Stigmate sessile, se prolongeant à la surface de la capsule, sous forme d'une bandelette, courant le long de la ligne de suture carpellaire (fig. 2).

HAB. — 7 espèces répandues surtout sur les hautes montagnes d'Asie et aussi sur celles de l'Europe et de l'Amérique du Nord.

ESPÈCES ÉTUDIÉES. — *Pl. carinthiaca* (Wulf.) Gr., *Pl. rotata* (L.) Eschsch.

MORPH. INT. — *Racine*. — Écorce caduque avec un endoderme dont les cellules possèdent de 4 à 6 cloisons radiales secondaires; bois compact, lignifié fortement dans toute son étendue.

Tige. — Quatre côtes longitudinales plus ou moins aliformes;

écorce mince à 2-3 assises de cellules, lacuneuse (*Pl. carinthiaca*) ou non (*Pl. rotata*). Le liber est généralement réduit à de très petits amas de tubes criblés adossés à l'endoderme; le bois est très compact, et les îlots criblés pérимédullaires sont petits et rares.

Feuille. — Épiderme à cuticule fortement ridée dont les cellules sont un peu mamelonnées vers l'extérieur. Mésophylle franchement bifacial, avec 2-3 assises de parenchyme chlorophyllien; stomates rares à la face supérieure avec trois cellules accessoires.

Ovaire sans placentas; les ovules sont attachés suivant plusieurs rangées, de chaque côté de la ligne de soudure des carpelles.

Sweetia Linn.

SYN. — *Agathotes* Don, *Ophelia* Don, *Henricea* Lem., *Monobothrium* Hochst., *Sczukinia* Turcz., *Anagallidium* Gr., *Stellera* Turcz., *Rellesta* Turcz., *Frasera* Walt.

MORPH. EXT. — Plantes herbacées, annuelles ou vivaces, dressées, simples ou ramifiées, avec des feuilles parfois isolées; dans les espèces vivaces, les feuilles inférieures sont pétiolées. Fleurs 4-5-mères presque toujours hermaphrodites, blanches, bleuâtres ou jaunes, en cymes lâches ou serrées ressemblant à des panicules ou à des grappes. Calice à divisions lancéolées, 1-3-nerviées: corolle rotacée à tube très court, garni souvent à l'intérieur de franges ou de poils; lobes de la corolle larges, tordus, recouvrants à droite, et munis à leur base de 1-2 glandes ou fossettes nectarifères bordées par une couronne de poils ou une petite expansion membraneuse (fig. 4, p. 113). Etamines à filet souvent élargi à la base, insérées à des hauteurs variables. Anthères allongées mobiles, plus ou moins sagittées, recourbées en dehors après l'anthèse. Ovaire uniloculaire, portant une petite couronne discoïde à la base; des placentas à peine différenciés. Style variable avec un stigmaté capité ou bilobé et, dans ce cas, les lobes sont larges, courts et réfléchis. Capsule bivalve contenant des graines nombreuses, comprimées, ovales ou aplaties, parfois faiblement ailées.

HAB. — 60-70 espèces, répandues sur tous les continents et partagées par Benthام et Hook. en 3 sections.

SECTION I. — *Ophelia* (Don) Benth. et Hook.

Herbes généralement annuelles, quelquefois des sous-arbrisseaux à tige mince plus ou moins ramifiées. Feuilles à peu près toutes semblables.

HAB. — 30-40 espèces de l'Asie tropicale et subtropicale et de la région Indo-Malaise.

ESPÈCES ÉTUDIÉES. — *S. dilatata* Clarke, *S. Chyrata* Ham., *S. nervosa* Wall, *S. minor* (Gr.) Knobl., *S. chinensis* (Bunge) Franch., *S. Schimper* Hochst., *S. Petiti*ana A. Rich., *S. Quartini*ana A. Rich., *S. pulchella* Don, *S. diluta*

Benth. et Hook., *S. Griffithsii* Clarke, *S. Delavayi* Franch., *S. yunnanensis* Franch., *S. paniculata* Wall.

MORPH. INT. — *Racine*. — Beaucoup d'espèces ont de très grosses racines souvent un peu mucilagineuses, et remplies de résine jaune. Celle de *S. Chyrata*, par exemple, présente une écorce exfoliée, un liber très parenchymateux, épais, avec des îlots épars de fins tubes criblés rappelant ceux des racines de *Gentiana lutea*, *purpurea*, etc.; le bois, assez lignifié dans sa partie extérieure, est très parenchymateux au centre et renferme de nombreux vaisseaux et des amas isolés de tubes criblés. Il ne se forme pas de périderme externe, les cellules s'exfolient au fur et à mesure et celles qui deviennent extérieures se subérisent successivement. Les espèces à petites racines ont un bois beaucoup plus dense, mais contenant toujours de nombreux vaisseaux, et le plus souvent aussi quelques tubes criblés (*S. nervosa*, *dilatata*, etc.).

Tige. — Elle est souvent arrondie ou un peu quadrangulaire, à arêtes minces, plus apparentes sur les pédoncules floraux. Écorce toujours primaire, mince, lacuneuse, avec un endoderme à plissements très nets. Le liber est souvent réduit à un tel point (*S. Delavayi*, *chinensis*, etc.) que les îlots libériens paraissent inclus dans le cylindre ligneux adossé à l'endoderme qui ne se sclérifie jamais (fig. 2, Pl. VI). Le bois est partagé nettement en deux régions; l'une extérieure, mécanique, formée d'éléments sclérenchymateux ou fibreux, allongés, plus ou moins ponctués; l'autre interne, de même fortement lignifiée, mais montrant un assez grand nombre de larges vaisseaux (*S. dilatata*, etc.). La moelle est résorbée au centre, et sa partie périphérique contient de nombreux amas criblés. Ceux-ci constituent avec les trachées voisines, souvent isolées de même dans ce parenchyme, la partie conductrice de la plante (*S. Petitiiana*, *diluta*, *Griffithsii*, etc.). Une certaine épaisseur du tissu médullaire qui borde la lacune centrale se sclérifie fréquemment, et il peut arriver que la sclérification s'étende jusqu'au bois (*S. nervosa*).

Feuille. — Épiderme supérieur à cellules volumineuses avec une cuticule striée, soulevée en papilles plus ou moins développées (fig. 9, Pl. VI). Ces papilles peuvent atteindre de très grandes dimensions (*S. Delavayi*) et forment, dans les espèces de la Chine, un revêtement scabre tout à fait caractéristique. Ces plantes font actuellement l'objet des recherches de M. Franchet, qui nous a donné un certain nombre d'échantillons d'espèces nouvelles. L'une d'entre elles, encore indéterminée, montre des papilles à tous les états de développement et possède même de véritables poils, striés fortement, avec ou sans cloisons transversales (fig. 7, 8, 10, 11, Pl. VI). Ces poils sont plus rares sur la tige. Les stomates, peu nombreux à la face supérieure, sont entourés de trois, plus rarement de quatre petites cellules annexes.

Anthère. — Paroi mince dont les cellules sont munies d'épaississements mécaniques.

Ovaire sans mamelons placentaires; ovules allongés à funicule court et attachés indifféremment sur toute la paroi. Épiderme externe formé de longues cellules prismatiques plus ou moins soulevées en cônes extérieurement, et remplies d'une substance résineuse analogue à celle des *Chlora*.

Oxalate de calcium toujours rare, souvent nul.

SECTION II. — *Eusweertia* C.-B. Clarke.

Herbes vivaces, avec une souche très développée et des feuilles radicales longuement pétiolées. La tige florale est annuelle, parfois épaisse et charnue.

ESPÈCES ÉTUDIÉES. — *S. perennis* L., *S. punctata* Baumg., *S. Aucheri* Boiss., *S. connata* F. et M., *S. Hookeri* Clarke, *S. longifolia* Boiss., *S. radiata* (Kell.) O. Kuntze, *S. cuneata* Wall., *S. petiolata* Royle, *S. pumila* Hochst., *S. abyssinica* Hochst., *S. gentianoides* Franch., *S. confertiflora* Franch., *S. atropurpurea* Franch., *S. bimaculata* (Sieb. et Lucc.) Clarke, *S. Kingii* Hook.

MORPH. INT. — *S. perennis.* — *Racine.* — Écorce primaire caduque, avec deux endodermes séparés par un parenchyme à éléments irrégulièrement disposés; on retrouve facilement dans l'endoderme le plus interne les cellules primitives; car les parois radiales secondaires sont moins

fortement épaissies que dans l'endoderme extérieur. Liber assez épais, parenchymateux ; bois peu développé, plus ou moins entièrement lignifié. Dans le pivot ou dans la souche, il ne reste qu'un seul endoderme. Le cylindre central se disjoint en un certain nombre de faisceaux séparés, dans lesquels le cambium gagne, de proche en proche, vers la moelle (fig. 5, Pl. I), et finit parfois par entourer entièrement le bois, donnant ainsi une sorte de faisceau concentrique. La moelle est d'autant plus développée que la coupe passe près du collet ; elle présente de nombreux petits amas de tubes criblés souvent orientés très obliquement.

Tige. — Le développement primaire est conforme à ce que nous avons déjà décrit. Les tubes criblés se différencient tout d'abord à l'extérieur et à l'intérieur de la bande méristématique, puis les trachées apparaissent en même temps que la multiplication secondaire débute et se continue activement pour donner un tissu qui se lignifiera entièrement plus tard et donnera un anneau très compact surtout à la partie externe.

Le liber est toujours mince, formé de quelques assises de cellules parenchymateuses contenant de petits amas de tubes criblés. La plus grande partie de la moelle se résorbe, sauf la partie périphérique qui renferme des îlots criblés bien développés.

Pétiole. — *Feuille.* — Les feuilles basales ont seules un pétiole à tissu peu méatique et à système fasciculaire disjoint, avec un périderme épais à nombreux tubes criblés. Épiderme du limbe à cuticule presque lisse ; mésophylle homogène très lacuneux, à éléments plus serrés à la face supérieure ; stomates entourés de trois cellules plus petites.

Ovaire sans mamelons placentaires. Graines à embryon droit avec des cotylédons assez épais ; albumen abondant.

Autres espèces. — *Racine.* — Certaines espèces ont des racines très grosses, tuberculeuses, courtes, fusiformes (*S. Kingii*, *Hookeri*, etc.). Elles présentent alors un liber extrêmement épais non scléreux, dont les cellules sont

remplies d'une substance résineuse jaune ; le bois est assez largement parenchymateux avec de nombreux vaisseaux isolés ou réunis par petits paquets, et contenant aussi des fascicules criblés. Les petites racines latérales ont presque toujours deux endoderms (fig. 5, Pl. V).

Tige. — Souvent munie de quatre arêtes aliformes ; épiderme à cuticule généralement striée, souvent papilleux. Parenchyme cortical parfois mince (*S. cuneata*, *Hookeri*, etc.) ou assez épais (*S. punctata*, *petiolata*, etc.), presque toujours lacuneux ; il est rare de rencontrer quelques cellules scléreuses adossées à l'endoderme (*S. bimaculata*). Le liber est toujours plus développé que dans la section précédente, et forme toujours une bande continue parenchymateuse contenant de petits amas de fins tubes criblés. Le cylindre ligneux est fortement fibreux vers l'extérieur, et vasculaire vers la partie interne. A la périphérie de la moelle, il existe d'une façon constante une bande parenchymateuse qui contient les trachées et les nombreux petits îlots criblés internes ; le plus souvent, cette bande de tissu conducteur est protégée par la sclérification d'un anneau de tissu médullaire adjacent ; la moelle centrale se résorbe de bonne heure.

Feuille. — Nervures généralement très proéminentes, épiderme à cuticule striée, peu ou pas papilleux ; stomates très rares à la face supérieure, entourés de 2-3 cellules annexes moins facilement reconnaissables que dans la section *Ophelia* ; mésophylle à peu près homogène très lacuneux.

Oxalate de calcium rare, en petits cristaux isolés dans le parenchyme de la racine.

Parfois l'assise sous-épidermique du pétiole et de la tige est tannifère.

SECTION III. — *Poeophila* C.-B. Clarke.

Plante vivace à racine épaisse, presque tuberculeuse, de laquelle partent de nombreuses tiges plus ou moins épaisses et ramifiées.

Une espèce : *S. multicaulis* Don.

MORPH. INT. — *Racine*. — Comme les racines tuberculeuses des espèces précédentes, elle est très parenchymateuse mais ne contient pas de fascicules criblés intraligneux. Les cellules sont gorgées d'une résine jaune verdâtre, et présentent aussi de fins cristaux d'oxalate de calcium.

Tige. — Elle est comparable à celle des autres *Sweertia*, mais les ilots criblés pérимédullaires sont très volumineux.

Feuille. — Épiderme à cuticule striée, avec des stomates à 2-3 cellules annexes plus petites; mésophylle à peu près homogène.

CARACTÈRES COMMUNS DU GENRE. — *Racine*. — Les racines tuberculeuses des espèces vivaces sont très parenchymateuses avec des fascicules criblés intraligneux, sauf *S. multicaulis*; celles des petites espèces, de même que les racines latérales des précédentes, sont caractérisées par la présence de deux endoderms sclérifiés, munis de parois radiales secondaires. Ces racines sont très résineuses et peu oxalifères.

Tige. — Arrondie à la base, elle devient quadrangulaire, et parfois même un peu ailée, sur les pédoncules floraux. Les cellules épidermiques striées sont souvent munies de papilles courtes ou assez élevées pour devenir de véritables poils; ces formations sont développées surtout dans la section *Ophelia*. Le liber est extrêmement réduit dans cette section, plus développé dans les autres. Le bois est extrêmement lignifié dans sa zone externe, et très vasculaire vers l'intérieur; les trachées primaires sont souvent séparées du cylindre ligneux, et disposées dans une bande parenchymateuse pérимédullaire, qui contient aussi les fascicules criblés surnuméraires.

Feuille. — Épiderme à cuticule lisse ou striée, avec des papilles ou même des poils (*Ophelia*) à 1-2 cloisons transversales. Mésophylle à peu près homogène avec de larges méats. Stomates surtout répandus à la face inférieure, entourés de trois cellules annexes plus petites (*Ophelia*) ou simplement de deux (beaucoup d'*Eusweertia*).

Ovaire sans placentas; ovules attachés tout autour de la

paroi; épiderme externe formé de longues cellules à oléo-résine, souvent papilleuses.

Oxalate de calcium. — On n'en rencontre que rarement dans les tiges et les racines et jamais dans les feuilles.

Halenia Borkh.

SYN. — *Exadenus* Gr., *Tetragonanthus* Gm.

MORPH. EXT. — Herbes annuelles ou vivaces souvent cespiteuses avec des feuilles radicales généralement plus grandes. Fleurs 4-mères, jaune clair ou violettes en cymes terminales lâches ou contractées en capitules. Calice à divisions lancéolées; corolle campanulée, parfois rotacée, à bord gauche recouvert, avec une gibbosité nectarifère parfois développée en éperon à la base (fig. 1). Étamines insérées à des hauteurs variables à filet fréquemment élargi à la base; anthères mobiles, oblongues, souvent recourbées vers l'intérieur. Ovaire toujours uniloculaire à la partie supérieure, parfois d'apparence biloculaire par extension des placentas vers l'intérieur, dans la portion basilaire. Graines de grosseur variable, nombreuses et petites si les placentas sont fortement incurvés; grosses, arrondies et en petit nombre dans le cas contraire.

HAB. — Environ 25 espèces des hautes montagnes ou des régions arctiques de l'Asie et de l'Amérique du Nord.

ESPÈCES ÉTUDIÉES. — *H. elliptica* Don, *H. Perrottetti* Gr., *H. sibirica* Borkh., *H. deflexa* (Sm.) Gr., *H. parviflora* (H.B.K.) Gr., *H. plantaginea* (H.B.K.) Gr., *H. asclepiadea* (H.B.K.) Gr., *H. candida* Ramirez, *H. latifolia* Cham. et Schlecht. *H. gracilis* Gr.

MORPH. INT. — *Racine.* — Écorce caduque, mais persistant en partie dans le pivot, grâce à la présence de quelques grosses cellules scléreuses (*H. elliptica*); liber assez épais; bois très scléreux vers l'extérieur, parenchymateux avec de gros vaisseaux et des îlots de tissu criblé au centre.

Tige. — Dans les souches ou rhizomes, le système fasciculaire est disjoint et présente les mêmes particularités de développement que chez *Sweetia*. La tige est quadrangulaire, avec quatre côtes aliformes (*H. sibirica*, *Perrottetti*, *candida*); épiderme à cuticule mince striée, non papilleux; parenchyme cortical peu épais, plus ou moins écrasé, avec un endoderme presque toujours très subérifié. Liber généralement mieux développé que chez les *Sweetia*, formant toujours une bande continue, sauf dans les pédicelles floraux. Bois extrêmement fibreux à l'extérieur

Feuille. — Cellules de l'épiderme supérieur, grandes, à parois recticurvilignes, présentant fréquemment, surtout aux bords du limbe, des papilles coniques plus ou moins développées. Mésophylle franchement bifacial, l'assise sous-épidermique étant longuement rectangulaire. Le parenchyme chlorophyllien comprend 1-2 assises palissadiques (*H. elliptica*, *Perrottetti*, *plantaginea*, *gracilis*, etc.), ou 2-3 (*H. deflexa*, *parviflora*, *asclepiadea*, etc.), qui occupent du tiers au quart de l'épaisseur totale du mésophylle. Le mésophylle lacuneux est formé de cellules rameuses se touchant par leurs branches et constituant un tissu spongieux, lâche. Les stomates, disposés seulement à la face inférieure, sont entourés de trois cellules dont deux cellules annexes plus petites.

Oxalate de calcium rare ou nul.

5. *Tachiinées.*

Pollen en gros grains isolés. Exine distincte, avec épaisissements régulièrement disposés en fins réseaux. Arbrisseaux ou sous-arbrisseaux, quelquefois des arbres, rarement des herbes.

- A. Fleurs dimorphes; les unes à court style avec un stigmate capité et les anthères libres; les autres à long style avec un stigmate bilobé, et des anthères soudées latéralement à connectif prolongé..... 33. *Hockinia*.
- B. Fleurs les plus élevées, faiblement dimorphes; les formes florales isolées diffèrent seulement par la longueur de l'appareil sexué.
 - a. Stigmate capité ou faiblement marginé..... 34. *Lisianthus*.
 - b. Stigmate bien développé et bilobé.
 - α. Ovaire uniloculaire avec des placentas peu proéminents.
 - I. Corolle à tube court, campanulée avec de grands lobes..... 35. *Eustoma*.
 - II. Corolle allongée, infundibuliforme, à courts lobes..... 36. *Tachia*.
 - β. Ovaire uniloculaire, mais avec des placentas très fortement incurvés à l'intérieur de la cavité ovarienne.
 - I. Une couronne de petites écailles discoïdes à la partie inférieure et interne du calice. Tube de la corolle terminé par 5 petits lobes..... 37. *Tachiadenus*.

II. Calice sans écailles ; corolle sans petits lobes.

- * Dents du calice, lancéolées, linéaires, acuminées, faiblement carénées..... 38. *Zygostigma*.
- * * Lobes du calice arrondis, largement ovales, non carénés... 39. *Zonanthus*.
- * * * Dents du calice, très courtes, ovales, arrondies, non carénées..... 40. *Macrocarpea*.

Hockinia Gardn.

SYN. — *Anacolus* Gn.

MORPH. EXT. — Petite plante, dressée, ramifiée, avec des feuilles grêles, pétiolées. Inflorescences en cymes terminales, ramifiées, à fleurs 5-mères, dimorphes, courtement pédonculées. Calice à divisions lancéolées acuminées, réfléchies ; corolle tubuleuse à lobes élargis, aigus, tordus. Étamines insérées à des hauteurs variables dans la moitié inférieure du tube ; les fleurs à long style ont leurs anthères soudées latéralement et munies d'un prolongement du connectif. Ovaire d'apparence souvent biloculaire par développement interne des placentas. Style dimorphe à stigmate capité ou bilobé ; graines très nombreuses arrondies ou ovales.

HAB. — 1 espèce de certaines montagnes du Brésil : *H. montana* Gardn.

MORPH. INT. — *Tige*. — Écorce et liber très développés ; bois compact, vasculaire, avec des éléments scléreux larges. Zone périphérique de la moelle parenchymateuse, et renfermant une assez grande quantité de fascicules criblés.

Feuille. — Cellules épidermiques à cuticule épaisse ridée, munies d'émergences papilleuses mieux développées et plus nombreuses sur les bords du limbe. Mésophylle bifacial, avec 1-2 assises palissadiques ; stomates à deux cellules annexes.

Lisianthus Linn.

SYN. — *Leianthus* Gr., *Omphalostigma*, *Petasostilys* Gr.

Knoblauch (*loc. cit.*) a entrepris l'étude monographique de ce genre ; il pense qu'on ne doit pas réunir *Leianthus* Gr. avec *Lisianthus* R. Br.

MORPH. EXT. — Herbes ou sous-arbrisseaux à feuilles engainantes, sessiles ou pétiolées, avec de grandes fleurs 5-mères vert jaunâtre ou brun noirâtre, rarement blanches, disposées en cymes lâches ou rapprochées en ombelles. Dents du calice courtes, aiguës, carénées ou ailées sur le dos ; corolle à long tube, divisé en 5 lobes ovales, lancéolés, à préfloraison tordue. Étamines insérées dans la partie inférieure du tube, dont les anthères sont munies d'un prolongement du connectif ; ovaire avec placentas fortement recourbés à l'intérieur. Capsule enveloppée par la corolle persistante ;

graines ovales arrondies, tuberculeuses, ou même garnies de petites gibbosités épineuses.

HAB. — 10 espèces environ des Indes occidentales et de l'Amérique centrale.

ESPÈCES ÉTUDIÉES. — *L. longifolius* L., *L. exsertus* Sw., *L. nigrescens* Cham. et Schlecht.

MORPH. INT. — *Tige*. — Épiderme à cuticule épaisse ridée ; écorce plus ou moins lacuneuse ; endoderme subérifié ; péricycle à une rangée de cellules dont quelques-unes sont transformées en longues fibres mécaniques (*L. nigrescens*). Cambium bilatéral, donnant des formations secondaires libériennes très apparentes. Bois entièrement lignifié, mais dont les éléments sont disposés en files radiales très nettes, avec des rayons médullaires à une seule rangée de cellules fortement lignifiées. Amas de tissu criblé périmédullaire volumineux, formant autour de la moelle et contre le bois une bande presque ininterrompue, protégée çà et là (*L. nigrescens*) par des fibres médullaires très grosses ; la moelle est très spongieuse et persiste longtemps.

Feuille. — Épiderme à cuticule striée, non papilleux avec de fortes nervures dont les faisceaux présentent un abondant périderme. On trouve parfois dans ce dernier des tubes criblés et quelques cellules scléreuses. Mésophylle bifacial à 2-3 assises de tissu palissadique. Stomates très rares à la face supérieure avec 2-3 cellules annexes.

Ovaire très caractéristique par les placentas très développés et fortement infléchis à l'intérieur de la cavité ovariennne ; la nervure médiane du carpelle est souvent indiquée par une côte longitudinale et la ligne de suture par une arête bifide (H, fig. 19) formant parfois deux ailes membraneuses (*L. nigrescens*). L'épiderme extérieur de la capsule est formé de longues cellules à parois minces remplies d'un latex résineux ; la partie interne recourbée des carpelles est munie de tissu mécanique.

Eustoma Salisb.

SYN. — *Urænanthus* Benth., *Arenbergia* Mart. et Gall.

MORPH. EXT. — Herbes dressées à feuilles sessiles ou engainantes, avec

de grandes fleurs 5-6-mères, longuement pédonculées, réunies en cymes unipares très lâches, Calice à tube court dont les divisions sont aiguës et carénées; corolle campanulée avec de grands lobes allongés, ovales, à préfloraison tordue. Étamines insérées à la gorge de la corolle; anthères dressées, oblongues, recourbées en arrière après la déhiscence. Ovaire uniloculaire à placentas peu distincts; style filiforme surmonté d'un stigmate largement bilobé. Graines petites à téguments finement réticulés.

HAB. — 2 espèces du sud de l'Amérique du Nord et des côtes des Indes occidentales : *E. Russellianum* Don, *E. exaltatum* (Lam.) Gr.

MORPH. INT. — *Racine*. — Liber parenchymateux, épais; bois très compact, scléreux dans la zone externe, parenchymateux et vasculaire vers le centre avec des tubes criblés surnuméraires; les rayons médullaires unisériés ont leurs parois assez fortement lignifiées.

Tige. — Écorce lacuneuse, liber et bois analogues à ceux des *Lisianthus*; la zone périphérique médullaire est constituée par une bande de parenchyme renfermant les trachées et les tubes criblés surnuméraires; cet anneau de tissu conducteur est protégé par une zone annulaire scléreuse interne, bordant la lacune centrale; il est étroit chez l'*E. Russellianum* et très large chez l'*E. exaltatum*.

Feuille. — Cuticule épaisse, peu striée; mésophylle bifacial avec 2-3 assises chlorophylliennes et un parenchyme lacuneux faiblement méatique; stomates inclus dans la cellule mère avec trois cellules annexes plus petites.

Tachia Aubl.

Trois espèces de la Guyane.

Tachiadenus Gr.

Cinq ou six espèces de Madagascar.

Ces deux genres n'ont pas été étudiés.

Zygostigma Gr.

MORPH. EXT. — Plantes herbacées rigides, simples ou peu rameuses, munies de petites feuilles linéaires sessiles; fleurs pédonculées, 4-5-mères, en cymes pauciflores ou bien isolées et terminales. Calice court à divisions linéaires, aiguës; corolle à tube cylindrique court, élargie en cloche, puis se divisant en 4-5 lobes ovales, tordus un peu plus longs que le tube. Étamines insérées sur la gorge de ce dernier avec des anthères dressées un

peu recourbées en arrière. Ovaire uniloculaire dont les placentas sont bien différenciés ; style court, profondément bilobé. Graines petites, nombreuses, chagrinées.

HAB. — 2 espèces du sud de l'Amérique du Nord.

ESPÈCE ÉTUDIÉE. — *Z. australe* (Cham. et Schlecht.) Gr.

MORPH. INT. — *Tige*. — Écorce mince ; liber plus réduit que dans les espèces précédentes ; bois extrêmement fibreux, pas de bande sclérenchymateuse protégeant la zone périphérique médullaire à tubes criblés.

Feuille. — Épiderme à cuticule très épaisse ; mésophylle bifacial peu lacuneux ; stomates à trois cellules annexes.

Zonanthus Gr.

MORPH. EXT. — Arbustes à feuilles pétiolées, luisantes, coriaces, penninerviées. Fleurs assez grandes, 5-mères, de couleur verdâtre, isolées, axillaires, avec deux bractées foliacées sous le calice ; sépales arrondis, coriaces à dents non carénées. Corolle à tube cylindrique, soudée au calice dont les lobes sont obtus, élargis et tordus. Étamines longuement exsertes, insérées au milieu du tube avec des anthères allongées, mobiles, recourbées en arrière au sommet. Ovaire dont les bords carpellaires, fortement enroulés à l'intérieur, paraissent le diviser en 4 loges. Capsule très grande, luisante, charnue ou coriace, à déhiscence septicide ; graines petites, nombreuses, à tégument réticulé.

HAB. — 1 espèce endémique à Cuba : *Z. cubensis* Gr.

MORPH. INT. — *Tige*. — Côtes longitudinales nombreuses ; parenchyme cortical assez épais, avec d'énormes cellules scléreuses arrondies et allongées, protégeant le liber. Le bois est extrêmement lignifié compact, parcouru par des rayons médullaires unisériés à parois très épaisses. Zone périphérique de la moelle parenchymateuse avec de nombreux fascicules criblés.

Feuille. — Épiderme à cuticule un peu striée ; stomates entourés de trois cellules dont généralement deux petites. Mésophylle à peu près homogène, très épais, très lacuneux.

Macrocarpea (Gr.) Gilg.

Six ou sept espèces de l'Amérique du Nord. Non étudiées.

II. — RUYSBYANTHÉES.

Pollen en grains isolés, sans sillon germinatif. Exine munie d'aspérités régulièrement disposées; 3 pores germinatifs équatoriaux. Ovaire biloculaire par enroulement et soudure centrale des placentas.

Rusbyanthus Gilg.

MORPH. EXT. — Arbrisseau à très grandes feuilles penninerviées, les inférieures longuement pétiolées; fleurs 5-mères grandes et belles en cymes terminales multiflores. Calice largement campanulé, coriace, dont les lobes sont munis à la base de nectaires en forme de dé à coudre. Étamines insérées au milieu du tube, avec des anthères très longues, sagittées. Ovaire nettement biloculaire comme chez certains *Exacum*.

HAB. — 1 espèce des hautes montagnes de la Bolivie : *R. cinchonifolius* (Britt.) Gilg.

MORPH. INT. — *Tige*. — Épiderme subérifié ainsi que les deux ou trois assises sous-jacentes; quelques larges fibres dans la profondeur de l'écorce. Liber assez épais avec tubes criblés épars et non réunis en petits paquets comme chez toutes les autres *Gentianées*. Bois fibreux renfermant de larges vaisseaux et des rayons médullaires unisériés très nets. Moelle périphérique sclérifiée contenant des amas criblés.

Feuille. — Épiderme supérieur à parois recticurvilignes, sans stomates; épiderme inférieur ondulé avec de nombreux stomates à trois cellules annexes. Mésophylle bifacial, peu lacuneux.

Oxalate de calcium en sable cristallin très rare.

III. — HÉLIÈES.

Pollen en tétrades, dont chaque grain est muni de 3 pores très nets; parfois ces tétrades sont agglutinées en masses polliniques volumineuses.

A. Exine finement granuleuse, avec de fortes aspérités disposées régulièrement.

a. Calice campanulé, renflé, dont le tube est caréné ou ailé..... 42. *Prepusa*.

b. Calice campanulé, allongé, serré contre la corolle, non caréné..... 43. *Senæa*.

B. Exine finement granuleuse, garnie d'aiguillons nombreux et pointus.....

44. *Irbbachia*.

- C.** Exine finement et régulièrement verruqueuse.
 a. Fleurs isolées ou disposées en cymes..... 43. *Schultesia*.
 b. Fleurs en épis ou en grappes..... 46. *Coutoubea*.
- D.** Exine très épaisse couverte d'aspérités de dimension et de forme variables, souvent allongées en forme de bâtonnets..... 47. *Chelonanthus*.
- E.** Exine épaissie latéralement, avec des verrues plus ou moins développées, finement réticulée aux pôles du grain, presque poreuse..... 48. *Adenolisianthus*.
- F.** Exine avec des épaississements réticulés à mailles très larges sur les côtés du grain, ou très petites sur la partie supérieure convexe.
 a. Calice grand, divisé presque jusqu'à la base... 49. *Symbolanthus*.
 b. Calice court à cinq petites divisions aiguës.... 50. *Purdieanthus*.
- G.** Exine avec épaississements en réseau large et régulier.
 a. Corolle très longue, campanulée, presque cylindrique, à lobes très courts..... 51. *Lagenanthus*.
 b. Corolle à tube étroit, court, dépassant peu le calice et élargie brusquement en cloche à la partie supérieure..... 52. *Calolisianthus*.
- H.** Exine réticulée à mailles extrêmement étroites, lui donnant une apparence ponctuée.
 a. Tube de la corolle aussi long que le calice.... 53. *Dejanira*.
 b. Tube de la corolle beaucoup plus long que le calice..... 54. *Helia*.
- J.** Exine munie de larges et fortes bandelettes d'épaississement très proéminentes..... 55. *Lehmanniella*.
- K.** Tétrades réunies en gros amas. Exine finement granuleuse, portant 4-5 gros aiguillons vers les pôles... 56. *Pagæa*.

Prepusa Mart.

MORPH. EXT. — Herbes élevées, dressées, peu ramifiées, ligneuses au moins à la base, avec des feuilles basales très serrées; les caulinaires sont espacées, sessiles et parfois connées. Fleurs 6-mères, grandes, peu nombreuses, isolées; et souvent pendantes à l'extrémité d'un long pédoncule. Calice renflé, à tube caréné ou ailé, avec des dents courtes, lisses, un peu charnues; corolle campanulée à tube étroit, brusquement élargi et découpé en six lobes courts, larges, à préfloraison tordue. Etamines insérées à la gorge; anthères dorsifixes, mobiles. Pollen en tétrades, muni de fortes aspérités disposées en réseau régulier. Style allongé avec un stigmate bilobé. Capsule septicide à placentas peu saillants; graines très nombreuses, petites, arrondies, presque lisses.

HAB. — 2 espèces du Brésil.

ESPÈCE ÉTUDIÉE. — *P. connata* Gardn.

MORPH. INT. — *Tige*. — Nombreuses petites côtes longitudinales ; épiderme à cuticule épaisse striée ; liber en bande très mince, protégé par quelques fibres corticales. Bois très scléreux, sans rayons médullaires, avec des pointes vasculaires qui proéminent dans la zone périphérique de la moelle renfermant des tubes criblés.

Feuille. — Mésophylle très épais, charnu, dont la partie supérieure, formée de cellules ovoïdes, serrées, constitue un parenchyme chlorophyllien, assez différencié, occupant la moitié de l'épaisseur totale du limbe. Stomates à trois cellules annexes.

Pas d'*oxalate de calcium*.

Senæa Taub.

MORPH. EXT. — Sous-arbrisseau peu ramifié à feuilles opposées sessiles, amplexicaules, un peu charnues. Fleurs 6-mères, grandes, blenâtres, en cymes multiflores contractées ; calice campanulé, allongé, à dents aiguës avec deux bractéoles (préfeuilles) à la base ; corolle environ trois fois plus longue que le calice dont le tube, d'abord cylindrique, est ensuite évasé et découpé en lobes oblongs, aigus, de la longueur du tube. Étamines insérées au milieu du tube, avec des anthères basifixes, cordiformes. Ovaire uniloculaire, à placentas peu saillants ; stigmaté bilobé. Graines petites, arrondies à tégument fortement ridé.

HAB. — 1 espèce au Brésil : *S. cærulea* Taub.

MORPH. INT. — *Tige*. — Nombreuses petites côtes longitudinales ; épiderme à cuticule striée ; liber en bande mince protégé par des fibres corticales larges et très épaisses. Bois très compact traversé radialement par des assises un peu moins lignifiées, unisériées, et qui représentent des rayons médullaires. Moelle entièrement scléreuse contenant quelques îlots criblés périphériques.

Feuille. — Nervures très développées avec fibres mécaniques ; mésophylle un peu charnu, bifacial ; 3-4 assises de cellules chlorophylliennes. Stomates inclus dans la cellule mère, entourés de trois petites cellules annexes.

Pas d'*oxalate de calcium*.

Irlbachia Mart.

Trois ou quatre espèces du nord de l'Amérique du Sud. Non étudiées.

Schulthesia Mart.

SYN. — *Reichertia* Karst., *Xestea* Gr.

MORPH. EXT. — Herbes annuelles, dressées, simples ou ramifiées; fleurs 4-mères plus ou moins pédonculées, rougeâtres, violettes ou jaunes, terminales ou réunies en cymes bipares lâches. Calice tubuleux ailé; corolle infundibuliforme rétrécie au-dessus de l'ovaire, avec quatre larges lobes ovales, tordus. Filet des étamines avec des ailes membraneuses dentées à la base; anthères droites, oblongues, cordiformes, quelquefois munies d'un prolongement du connectif. Exine tuberculeuse. Ovaire uniloculaire à placentas plus ou moins incurvés; style allongé; stigmate largement bilobé; graines petites, réticulées.

HAB. — Environ 17 espèces de l'Amérique tropicale et 1 de l'Afrique.

ESPÈCES ÉTUDIÉES. — *Sch. subcrenata* Klotzsch., *Sch. stenophylla* Mart., *Sch. aptera* Cham., *Sch. brachyptera* Cham.

MORPH. INT. — *Racine*. — Écorce exfoliée; liber peu épais; bois entièrement lignifié, sans parenchyme ni tubes criblés.

Tige. — Quatre côtes aliformes longitudinales. La structure anatomique est celle du type *Gentiana*, sans fibres mécaniques dans l'écorce. Le liber est réduit à quelques amas de fins tubes criblés adossés à l'endoderme, et enclavés dans la zone externe entièrement scléreuse du cylindre ligneux. De petits fascicules criblés sont disséminés dans la zone périphérique médullaire.

Feuille. — Épiderme supérieur à cuticule un peu striée sans stomates; mésophylle bifacial, lacuneux; l'assise sous-épidermique est formée de longues cellules palissadiques.

Ovaire à parois minces; la corolle reste intimement accolée à l'ovaire comme chez les *Chlora*, et il existe alors des cellules à latex résineux à l'extérieur de la paroi, et des bandes de tissu mécanique à l'intérieur.

Oxalate de calcium en cristaux épars abondants (*Sch. aptera*) ou très rares (*Sch. stenophylla*).

Coutoubea Aubl.

SYN. — *Limborchia* Scop., *Picrium* Schreb.

MORPH. EXT. — Herbes dressées, simples ou fortement ramifiées, à feuilles opposées ou d'apparence verticillée par trois; les fleurs sont sessiles ou courtement pédonculées, et la bractée axillaire, ainsi que les deux pré-

feuilles, paraissent insérées au même niveau. Fleurs 4-mères, blanches ou pourprées, sessiles ou courtement pédonculées, en épis terminaux contractés ou en sortes de grappes lâches. Calice profondément divisé formant des dents très aiguës, carénées, épaissies sur le bord. Corolle à tube court, cylindrique, avec des lobes élargis, tordus; étamines à filet membraneux à la base; anthères droites, oblongues, sagittées, récurvées après la floraison. Pollen en tétrades avec exine tuberculeuse. Ovaire uniloculaire; graines arrondies presque lisses.

HAB. — Environ 4 espèces du nord de l'Amérique du Sud et des Indes Occidentales.

ESPÈCES ÉTUDIÉES. — *Cout. spicata* Aubl., *Cout. ramosa* Aubl., *Cout. densiflora* Mart.

MORPH. INT. — *Racine*. — Écorce et péricycle assez lacuneux; liber assez épais, bois sans parenchyme, entièrement lignifié.

Tige. — Les fragments d'échantillons qui nous ont servi pour cette étude étaient à peine suffisants. Leur détermination est restée un peu douteuse, au moins pour l'un d'entre eux (*C. spicata*). Les autres présentent une écorce et un liber bien développés, avec un bois très compact partagé en séries radiales par des rayons médullaires unisériés lignifiés. Les fascicules criblés périmédullaires sont très nombreux et très rapprochés; ils forment une bande annulaire presque continue.

Feuille. — Mésophylle bifacial à 2-3 assises de parenchyme chlorophyllien. Stomates à trois cellules annexes.

Pas d'*oxalate de calcium*.

Chelonanthus Gilg.

Environ 10 espèces de l'Amérique du Sud.

Adenolisianthus Gilg.

Deux espèces du Brésil.

Symbolanthus Don.

Sept ou huit espèces des Andes et de l'Amérique du Sud.

Purdieanthus Gilg.

MORPH. EXT. — Arbuste pouvant atteindre 2 mètres de hauteur, à feuilles penninerviées, courtement pétiolées, un peu velues à la face inférieure.

Fleurs 5-mères, disposées en cymes bipares multiflores, sans préfeuilles. Calice court, campanulé, coriace, à dents lisses, acuminées; corolle allongée en forme de trompette, rétrécie au-dessus de l'ovaire, puis s'élargissant jusqu'à la naissance des lobes arrondis et ovales. Étamines insérées dans le tube; filet long; anthères exsertes, mobiles, cordiformes. Exine des tétrades polliniques largement réticulée sur les côtés, presque ponctuée ou finement alvéolée à la partie supérieure. Ovaire uniloculaire à placentas involutés, porté sur un disque charnu et surmonté d'un style très long, exsert.

HAB. — 1 espèce de la Nouvelle-Grenade et de la Colombie.

MORPH. INT. — *Tige*. — Petites côtes longitudinales; épiderme rugueux muni de papilles courtes, coniques; parenchyme cortical peu lacuneux contenant de grosses fibres arrondies dans sa partie interne. Liber très réduit; bois peu épais, mais très compact; la zone périmédullaire parenchymateuse contient les trachées et les tubes criblés surnuméraires, et se trouve protégée par un anneau scléreux médullaire plus interne.

Feuille. — Épiderme dont les cellules se soulèvent en papilles plus ou moins cylindriques, striées, et qui deviennent de véritables poils cloisonnés le long des nervures principales, à la face inférieure; mésophylle à peu près homogène, lacuneux; stomates entourés de trois cellules plus petites.

Oxalate de calcium en fins cristaux épars, ou en petites macles.

Lagenanthus Gilg.

SYN. — *Schlimia* Regel., *Wallisia* Regel.

MORPH. EXT. — Arbuste atteignant 3 mètres de haut, à ramifications dichotomes, à feuilles peu nombreuses, courtement pétiolées, 5-nerviées. Grandes et belles fleurs orangées ou rouges, avec les lobes de la corolle verdâtre, isolées ou peu nombreuses. Calice courtement campanulé à divisions ovales obtuses, carénées sur le dos; corolle très longue, infundibuliforme, s'élargissant jusqu'aux $\frac{4}{5}$ de sa longueur, pour se rétrécir de nouveau jusqu'à la naissance des lobes qui restent courts, obtus et ovales. Étamines peu exsertes, insérées à la partie inférieure du tube; anthères mobiles, cordiformes, récurvées au sommet; exine tuberculeuse. Ovaire avec un disque nectarifère à la base et des placentas fortement saillants. Style longuement exsert et stigmate bilobé.

HAB. — 1 espèce : *L. princeps* (Lindl.) Gilg, de la Colombie.

MORPH. INT. — *Tige*. — Épiderme à cuticule fortement striée, sans papilles; parenchyme cortical épais non lacu-

neux ; liber formant une bande continue assez large, protégée par une assise de fibres péricycliques ; bois très fibreux, mais avec de nombreux vaisseaux ; zone périphérique médullaire renfermant les tubes criblés, restée parenchymateuse ; un anneau plus interne scléreux borde la lacune centrale.

Feuille. — Épiderme supérieur à parois recticurvilignes, sans stomates, à cuticule lisse ; mésophylle bifacial ; stomates très nombreux à la face inférieure avec trois cellules annexes.

Oxalate de calcium très rare.

Calolisianthus Gilg.

Six ou sept espèces du Brésil. Non étudiées.

Deianira Cham. et Schlecht.

SYN. — *Callopisma* Mart.

MORPH. EXT. — Herbes dressées, simples ou peu rameuses, à feuilles opposées amplexicaules ou connées, digitinerviées. Fleurs rouges ou pourprées, 4-mères, disposées en cymes lâches ou en capitules contractés. Calice campanulé, découpé jusqu'au milieu en quatre dents aiguës. Corolle à tube cylindrique aussi long que le calice, puis se divisant en quatre lobes ovales, tordus. Étamines insérées au-dessous de la gorge ; anthères dressées, linéaires ; réseau d'épaississement à mailles étroites, donnant une apparence ponctuée. Ovaire uniloculaire à placentas peu différenciés ; graines nombreuses à tégument réticulé.

HAB. — 3 espèces au Brésil.

ESPÈCES ÉTUDIÉES. — *D. erubescens* Dam. et Schl., *D. erubescens* β -*pallens* Gr., *D. nervosa* Cham. et Schlecht.

MORPH. INT. — *Racine.* — Écorce et péricycle souvent exfoliés, bois non complètement lignifié avec des îlots de parenchyme au centre.

Tige. — Épiderme à cuticule lisse, peu épaisse ; parenchyme cortical peu lacuneux ; fibres péricycliques très nombreuses et très épaissies. Liber très réduit (*D. nervosa*) ou assez épais (*D. erubescens*). Le bois est extrêmement fibreux avec des rayons médullaires unisériés, très lignifiés. Les fascicules criblés périmédullaires sont aussi protégés par des fibres mécaniques (*D. nervosa*), ou par un anneau plus interne de sclérenchyme médullaire.

Feuille. — Épiderme à cuticule lisse dont les parois sont

ondulées; stomates à trois cellules annexes, répandus seulement à la face inférieure. Faisceaux des nervures protégés par des fibres mécaniques. Mésophylle bifacial.

Oxalate de calcium très rare.

Helia Mart.

Six ou sept espèces au Brésil.

Lehmanniella Gilg.

MORPH. EXT. — Herbes à feuilles coriaces, penninerviées; entre-nœuds souvent renflés; fleurs agglomérées en sortes d'ombelles, 3-mères. Calice à lobes courts, arrondis; corolle à long tube cylindrique, élargi d'abord, puis étranglé avant de se diviser en lobes courts, ovales, obtus. Etamines insérées vers la base du tube; anthères exsertes, mobiles; exine garnie d'aspérités irrégulières. Ovaire d'apparence biloculaire avec un disque nectarifère à la base; capsule de longueur au moins égale à celle du calice.

HAB. — 1 espèce (peut-être 2) de l'Amérique équatoriale: *L. acuminata* Gilg.

MORPH. INT. — *Tige*. — Quatre petites côtes longitudinales; épiderme à cuticule épaisse, striée; écorce non lacuneuse; liber mince, protégé par une ou deux assises de cellules scléreuses ou de fibres fortement épaissies. Bois extrêmement fibreux, renfermant çà et là de gros vaisseaux. Moelle entièrement scléreuse, sauf à la périphérie, où l'on voit des amas de parenchyme contenant des tubes criblés.

Feuille. — Épiderme supérieur à parois recticurvilignes, à cuticule épaisse, striée, sans stomates; ces derniers sont nombreux à la face inférieure et entourés de deux cellules annexes plus petites. Mésophylle bifacial, avec un parenchyme inférieur très lacuneux.

Oxalate de calcium en macles très petites, nombreuses surtout dans la feuille.

Pagæa Gr.

Six espèces de la Guyane. Non étudiées.

IV. — VOYRIÉES.

Pollen en grains isolés, un peu allongés et arqués sans exine différenciée de l'intine, muni de deux pores polaires. Saprophytes considérés

comme privés de chlorophylle, avec des rhizomes nouveaux épais. Fleurs grandes, longuement tubuleuses. Capsule déhiscente en deux valves jusqu'à la base..... 57. *Voyria*.

HAB. — 3 espèces de la Guyane. Non étudiées.

V. — LEIPHAIMÉES.

Pollen en grains isolés, ovales, sans exine différenciée de l'intine, avec un seul pore germinatif apical. Saprophytes sans chlorophylle dont le système racinaire est très délicat; capsule déhiscente vers le milieu, les parties supérieure et inférieure restant soudées.

A. Inflorescence en capitules; pétales petits dépassant à peine le calice. Stigmate faiblement bilobé..... 58. *Voyriella*.

B. Inflorescence en cymes lâches ou bien fleurs isolées. Corolle à tube plus ou moins long, dépassant de beaucoup le calice..... 59. *Leiphaimos*.

Voyriella Miq.

MORPH. EXT. — Plante herbacée naine, saprophyte sans aucun doute, aphyllé, avec de simples petites productions écailleuses sur la tige. Fleurs petites, 5-mères, disposées en fausses ombelles compactes. Calice à lobes carénés, longuement acuminés; corolle presque cylindrique, un peu plus longue que le calice, s'étalant en cinq lobes élargis, tordus. Étamines ne dépassant pas le tube de la corolle; anthères allongées, dont le connectif se prolonge à la partie supérieure. Ovaire uniloculaire avec des placentas très peu visibles; graines très petites, nombreuses, réticulées.

HAB. — 1 espèce du Brésil et de la Guyane : *V. parviflora* Miq.

MORPH. INT. — *Tige*. — Deux ailes latérales très larges et bifides, formant ainsi quatre ailes membraneuses, réunies par deux. Écorce relativement épaisse; liber extrêmement réduit; bois très mince, mais formant un anneau complet très compact, scléreux comme dans les autres espèces de Gentianées, avec quelques vaisseaux assez larges. Au pourtour de la moelle, on trouve aussi de nombreux petits îlots criblés.

Leiphaimos Cham. et Schlecht.

SYN. — *Leianthostemon* Miq., *Disadenia* Miq., *Pneumonanthesis* Miq., *Biglandularia* Krot.

MORPH. EXT. — Plantes herbacées naines, saprophytes, sans chlorophylle ou n'en possédant qu'une très faible quantité; elles sont parfois un peu ramifiées, avec de petites écailles foliacées et un rhizome allongé, grêle. Fleurs 4-5-mères, de grandeur et de couleur variables, mais toujours plus délicates que celles des *Voyria* et réunies en cymes pauciflores. Calice à dents lisses; corolle hypocratériforme ou tubuleuse, avec des lobes acuminés à

préfloraison tordue, persistant après la floraison. Étamines non exsertes ; anthères cordiformes, libres ou soudées latéralement (fig. 2), introrsées, et dont les deux loges se prolongent à la base en de longues arêtes barbelées comme une plume. Capsule s'ouvrant au milieu, à la façon d'une lanterne ; graines fusiformes, peu réticulées, avec un embryon à peine différencié et très peu d'albumen.

HAB. — 20 espèces environ, presque toutes des régions tropicales de l'Amérique du Sud, quelques-unes seulement des Indes Occidentales, et deux de l'Afrique.

ESPÈCES ÉTUDIÉES. — *L. aphylla* (Jacq.) Gilg. (= *Voyria uniflora* Lam.), *L. parasitica* Cham. et Schlecht. (= *Voyria mexicana* Gr.), *L. flavescens* (Gr.) Gilg.

MORPH. INT. — Comme nous l'avons déjà dit, quelques-unes de ces espèces ont été étudiées par Johow, qui s'est

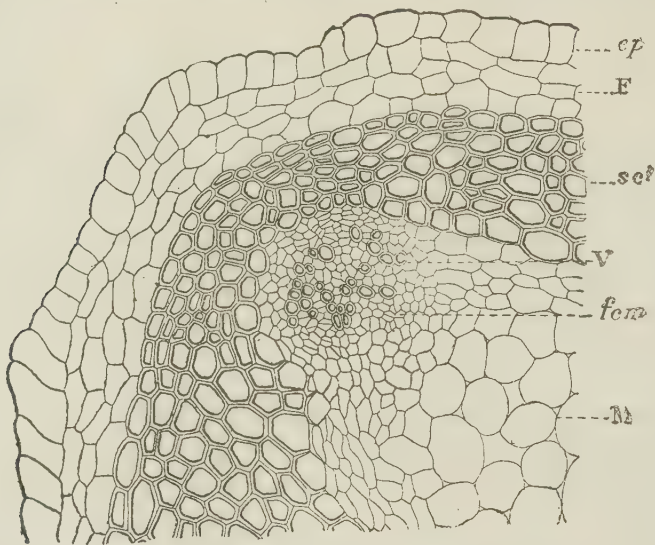


Fig. 26. — Tige de *Leiphaimos aphylla*. — *ep*, épiderme ; *E*, écorce ; *scl*, sclérenchyme ; *V*, vaisseaux ; *fcm*, fascicules criblés médullaires.

occupé surtout des fleurs et des graines. Les principales modifications dues au saprophytisme chez les *L. trinitensis* (Gr.) Gilg, *L. tenella* (Guild.) Miq., *L. aphylla*, ont été indiquées par cet auteur.

Tige. — Épiderme composé de cellules allongées à paroi mince ; parenchyme cortical plus ou moins épais. Cylindre

central de structure un peu différente, suivant les espèces. Chez les *L. aphylla*, *trinitensis*, il débute par un anneau sclérenchymateux (fig. 26), à l'intérieur duquel on distingue six amas vasculaires; ceux-ci sont entourés d'un parenchyme muni de tubes criblés plus nombreux sur les côtés et vers la moelle qui est presque entièrement résorbée.

Dans le *L. parasitica*, l'écorce est très parenchymateuse et l'endoderme qui s'appuie sur l'anneau scléreux est facilement reconnaissable à ses plissements; au lieu de six faisceaux isolés, on ne trouve plus que six pointes vasculaires très proéminentes vers l'intérieur et entourées de petits îlots de tubes criblés. La réduction peut être poussée plus loin (*L. tenella*, *flavescens*); la bande scléreuse n'existe plus: on ne distingue dans ce cas que quatre amas conducteurs formés de quelques trachées, autour desquelles se sont différenciés un très petit nombre de tubes criblés.

CHAPITRE II

MÉNYANTHOÏDÉES.

MÉNYANTHÉES.

Pollen en grains isolés, comprimés d'un côté et paraissant ainsi triangulaires, vus de face; les pores germinatifs sont situés aux trois angles; vus de profil, ils ont une apparence elliptique, rarement arrondie. Pétales à préfloraison valvaire, avec les bords fortement incurvés. Plantes aquatiques ou palustres à *feuilles isolées* prenant généralement naissance sur un rhizome.

- A. Pétales dont la nervure médiane, proéminente à la face inférieure, forme une sorte de carène. Feuilles réniformes, profondément et grossièrement dentées ou crénelées 60. *Nephrophyllidium*.
- B. Pétales non bordés, munis le plus souvent de franges. Feuilles à bord entier, ou quelquefois irrégulièrement et très faiblement émarginées.
 - a. Capsule s'ouvrant par une déchirure irrégulière au sommet. Feuilles basilaires, longuement pétiolées, trifoliées. 61. *Menyanthes*.
 - b. Capsule déhiscence au sommet, généralement au moyen de quatre clapets, rarement par une déchirure irrégulière 62. *Villarsia*.

- c. Ovaire indéhiscent. Plantes aquatiques à feuilles nageantes cordiformes. Fleurs généralement fasciculées..... 63. *Limnanthemum*.
- d. Ovaire indéhiscent. Petite plante rampante avec des feuilles entières, linéaires, un peu charnues. Fleurs solitaires..... 64. *Liparophyllum*.

Nephrophyllidium Gilg.

SYN. — *Villarsia* sp. Gr., *Menyanthes* sp. aut. plur.

MORPH. EXT. — Plante vivace, à rhizome rampant, portant des feuilles longuement pétiolées, isolées, réniformes, assez fortement crénelées. Fleurs blanches en cymes compactes, portées sur une hampe florale aphyllé, 5-mères. Corolle à cinq lobes obtus, un peu frangés, mais non ciliés, avec une carène membraneuse très distincte, le long de la nervure médiane. Anthères introrses, mobiles, recourbées vers l'extérieur. Stigmate gros, presque sessile, divisé en deux lobes semi-circulaires. Ovaire uniloculaire à deux placentas pariétaux, portant cinq glandes discoïdes nectarifères à la base. Capsule arrondie, s'ouvrant au sommet par une fente irrégulière, et contenant un petit nombre de graines un peu aplaties et lisses.

HAB. — 1 espèce de l'Amérique boréale et des montagnes du Japon : *N. crista-galli* (Menz.) Gilg. (1).

MORPH. INT. — *Racine*. — Écorce limitée extérieurement par un subéroïde formé de quelques assises de cellules, dont quelques-unes sont remplies de gomme-mucilage, provenant du gonflement de la paroi; le parenchyme sous-jacent est lacuneux et la zone interne est composée de cellules plus petites, alignées radialement; il se termine par l'endoderme à plissements très nets. Cylindre central petit, sans formations secondaires, composé de six faisceaux libériens et ligneux. Moelle parenchymateuse et peu développée.

Rhizome. — Écorce à petites lacunes, protégée à l'extérieur par quelques assises subérifiées, très épaisses. Cylindre central petit, sans tubes criblés médullaires, à bois surtout composé de vaisseaux scalariformes.

Hampe florale. — Épiderme à cuticule peu épaisse, lisse; parenchyme cortical homogène avec lacunes aérifères; endoderme à larges éléments. Faisceaux conducteurs isolés

(1) Les échantillons qui ont servi pour cette étude proviennent du Japon et nous ont été expédiés, à l'état frais, par M. le professeur Ikeno (de Tokio).

au milieu d'un anneau épais de sclérenchyme ponctué; ils présentent à la pointe interne des trachées un amas de parenchyme, privé de tubes criblés, mais représentant vraisemblablement le tissu criblé surnuméraire des espèces terrestres. Moelle à grandes cellules, pouvant se résorber plus tard dans la partie centrale.

Pétiole. — Épiderme à cuticule assez épaisse, avec un parenchyme à larges lacunes aérifères, contenant 7-9 faisceaux isolés rangés en demi-cercle.

Feuille. — Limbe assez fortement crénelé, dont toutes les dents sont munies d'une *hydathode avec épithème* et stomates aquifères à la face inférieure. L'épiderme supérieur à parois recticurvilignes est presque privé de stomates; mésophylle bifacial, mais le parenchyme chlorophyllien est peu différencié, sauf l'assise sous-épidermique dont les cellules sont elliptiques allongées. Gros stomates à la face inférieure. Pas de *sclérites*, ni d'*oxalate de calcium*. Certaines cellules isolées contiennent des *matières tannoïdes*; elles sont nombreuses et parfois réunies en files courtes, dans la portion périphérique de la moelle de la tige (1).

Menyanthes Tournef.

MORPH. EXT. — Plantes marécageuses avec un rhizome rampant portant des feuilles isolées, trifoliées, longuement pétiolées et engainantes à la base. Fleurs blanches teintées de rose, dimorphes, disposées au sommet de la tige en grappes courtes, avec ou sans bractées. Calice à cinq divisions linéaires; corolle courte, infundibuliforme, à lobes valvaires indupliqués, fortement frangés. Anthères mobiles, sagittées. Ovaire uniloculaire, portant à la base cinq glandes discoïdes; style allongé, terminé par un stigmate bilobé. Capsule arrondie, indéhiscente ou s'ouvrant par une petite déchirure au sommet. Graines nombreuses, globuleuses, à tégument lisse et crustacé avec un embryon droit et un albumen abondant.

HAB. — 1 seule espèce répandue dans toute l'Europe, dans les régions montagneuses de l'Asie centrale et du Japon, et dans l'Amérique du Nord jusqu'aux Andes de la Californie : *M. trifoliata* L.

MORPH. INT. — *Racine.* — Écorce limitée par une assise subéreuse à petites cellules recouvrant une rangée de grandes

(1) E. Perrot, *Anat. compar. des Gentianées aquatiques* (loc. cit.).

cellules hexagonales allongées radialement; viennent ensuite 2-3 assises collenchymateuses et un parenchyme très lacuneux, présentant çà et là quelques cellules scléreuses non ramifiées. Le péricycle est constitué par une épaisseur de cellules contre lesquelles s'appuient neuf faisceaux libériens et neuf faisceaux ligneux, sans formations secondaires. Le liber est pauvre en tubes criblés et la moelle peu abondante.

Tige. — La structure de la tige florale et du rhizome est sensiblement la même; décrivons celle du rhizome. Écorce primaire très épaisse; épiderme un peu cutinisé; collenchyme sous-épidermique à 2-3 assises; parenchyme cortical à larges lacunes aérifères et contenant çà et là des faisceaux foliaires. Les lacunes sont séparées entre elles par une seule rangée de larges cellules, et interrompues dans le sens longitudinal par des diaphragmes transversaux formés de petites cellules à parois minces, laissant entre elles de larges méats. Le cylindre central comporte un certain nombre de faisceaux libéroligneux, isolés, protégés extérieurement et intérieurement par des paquets de fibres mécaniques très épaisses. A la pointe des faisceaux vers la moelle, il subsiste un amas de parenchyme conducteur surnuméraire sans tubes criblés. Dans ce parenchyme, il n'est pas rare de voir se former des lacunes longitudinales par écartement de certaines cellules; parfois ces lacunes se lignifient et constituent probablement un organe de circulation d'eau. Il n'apparaît jamais dans ces lacunes de vaisseaux de seconde formation, analogues à ceux que l'on peut rencontrer chez certains Cryptogames vasculaires ou Monocotylédones aquatiques (1). La moelle est extrêmement lacuneuse. Çà et là, dans le parenchyme cortical, on rencontre quelques cellules à tannin.

Pétiole. — Épiderme à cuticule mince et lisse; système fasciculaire disjoint; pas de collenchyme; stomates assez nombreux, entourés de 4-6 cellules, à peu près égales aux cellules normales.

(1) Sauvageau, *Notes bibliographiques sur les Potamogeton* (Journ. de Bot., t. VIII, 1894).

Feuille. — Faisceaux des nervures isolés et disposés en arc (fig. 4, Pl. VIII). Mésophylle extrêmement lacuneux (fig. 8, Pl. VIII) dont les deux assises supérieures sont différenciées en parenchyme chlorophyllien palissadique, occupant un tiers environ de l'épaisseur de la feuille. Les réservoirs vasiformes, c'est-à-dire les cellules spiralées qui coiffent les terminaisons vasculaires, sont très développés. A l'extrémité de chaque crénelure de la feuille se trouve une *hydathode avec épithème* et stomates aquifères, très visible à l'œil nu. Le tissu spongieux de l'épithème est ici peu développé; car la masse de l'hydathode est surtout composée de cellules spiralées. On ne trouve jamais chez le *Menyanthes* de poils sclérifiés rameux internes.

Ovaire bicarpellé avec deux larges mamelons placentaires, portant plusieurs rangées d'ovules anatropes horizontaux (*m*, Pl. VII) à funicule court, dont le sac embryonnaire est arrondi ou ovoïde, à peu près central.

Villarsia Gmel.

SYN. — *Renealmia* Hutt.

MORPH. EXT. — Herbes des marais, dont les feuilles de la base sont entières, irrégulièrement sinuées. Tige simple ou peu ramifiée, généralement presque aphyllé. Fleurs 3-mères, parfois dioïques, jaunes ou blanches, réunies en panicule lâche, ou comprimées en capitule serré; ces fleurs sont munies d'un involucre. Divisions du calice profondes, linéaires, lancéolées; corolle campanulée à cinq lobes rotacés, valvaires, indupliqués, à bords glabres ou longuement ciliés. Étamines insérées dans le tube ou dans les sinus des lobes; anthères étroites, mobiles, sagittées. Ovaire uniloculaire souvent semi-infère, avec de petites glandes nectarifères à la base et des placentas pariétaux assez épais. Style variable à stigmate allongé. Graines nombreuses, arrondies ou lenticulaires, avec un tégument crustacé, lisse, luisant, ou parfois couvert de poils ou même garni de tubercules ou d'aiguillons.

HAB. — Environ 10 espèces d'Australie; 1 seulement croit au Cap.

ESPÈCES ÉTUDIÉES. — *V. latifolia* Benth., *V. capitata* Nees., *V. congestiflora* F. v. M., *V. calthifolia* F. v. M., *V. reniformis* R. Br., *V. ovata* Vent., *V. parnissifolia* R. Br., *V. violifolia* F. v. M., *V. lasiosperma* F. v. M., *V. albiflora* F. v. M., *V. exaltata* F. v. M.

MORPH. INT. — *Racine.* — Écorce relativement très épaisse, formée de cellules arrondies, laissant entre elles des méats

assez grands, et alignées régulièrement en files radiales. Le nombre des faisceaux libériens ou ligneux est variable, toujours plus grand que 2, généralement 4-5; il n'existe jamais de formations secondaires et la moelle est quelquefois scléreuse.

Rhizome. — Tige florale. — Écorce peu développée, lacuneuse, avec quelques gros sclérites à branches courtes. Cylindre central formé de faisceaux isolés, protégés par un arc de fibres, ou bien réunis entre eux par une bande annulaire de sclérenchyme. Moelle très lacuneuse.

Dans les *pédoncules floraux*, les faisceaux vasculaires sont très resserrés et constituent souvent un cylindre complet.

Pétiole. — Système fasciculaire disjoint; des sclérites rameux en assez grand nombre dans le parenchyme. Dans la gaine du *V. lasiosperma* (fig. 3, Pl. VIII), les faisceaux sont disposés sur deux rangs, ayant tous leur bois tourné vers la face supérieure. Ces faisceaux sont susceptibles de se ramifier et rappellent ainsi la disposition qui devient la règle dans le genre suivant; les faisceaux du pétiole de *V. ovata* se dédoublent ainsi fréquemment.

Chez *V. albiflora*, ils sont protégés comme dans la tige par des arcs extérieurs de tissu mécanique. Les sclérites sont plus ou moins nombreux, suivant les espèces, et, probablement aussi, suivant les conditions d'existence de la plante.

Feuille. — Mésophylle assez franchement bifacial, mais le parenchyme palissadique forme un tissu lâche à cellules écartées, qui occupe parfois jusqu'à la moitié de l'épaisseur de la feuille. Les sclérites sont en nombre variable, et l'on trouve des hydathodes à chaque dent de la feuille ou bien dans certains endroits où viennent se réunir quelques terminaisons vasculaires. Les stomates sont surtout répartis à la face inférieure.

Pas d'*oxalate de calcium*. Ça et là, chez quelques espèces, on trouve des cellules tannifères.

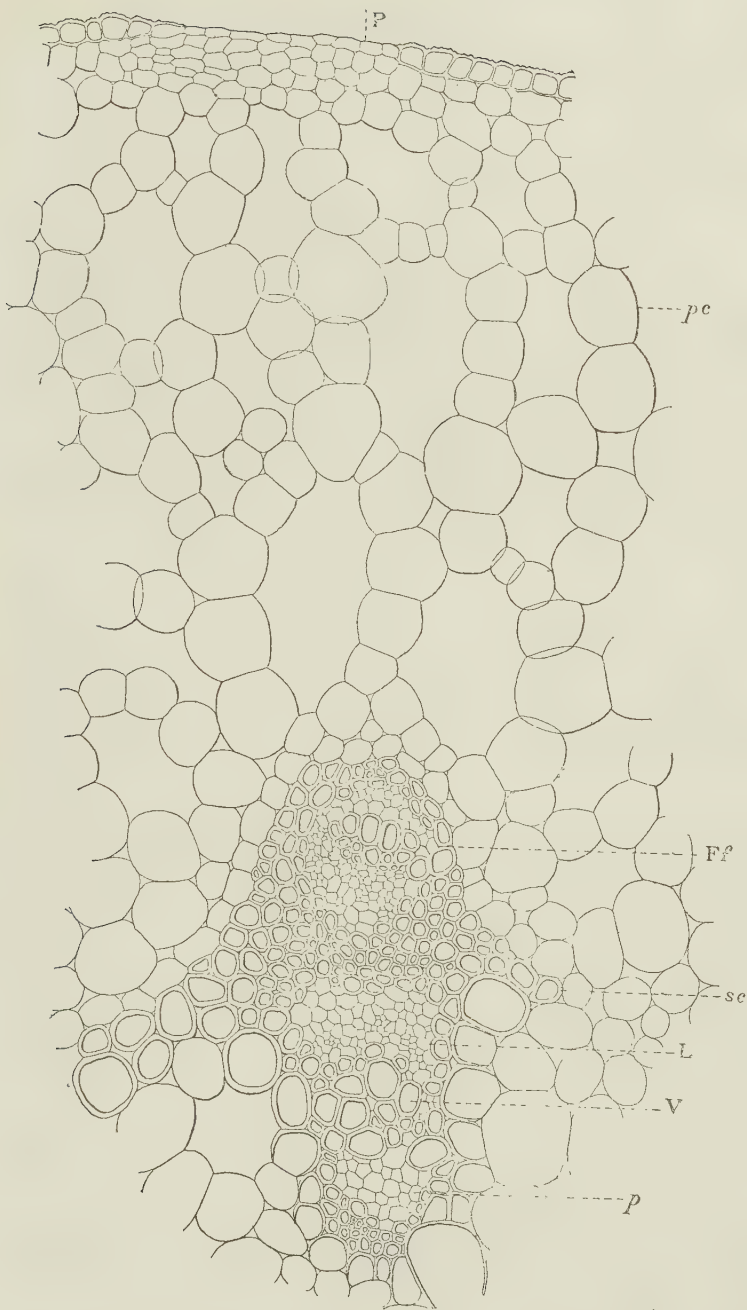


Fig. 27. — Rhizome du *Villarsia exaltata* F. v. M. — P, plage épidermique; pc, parenchyme externe; sc, sclérenchyme; Ff, faisceaux libéroligneux foliaires; L, liber; p, parenchyme conducteur surnuméraire.

Limnanthemum Gmelin.

SYN. — *Waldschmidtia* Wigg., *Schweyckertia* Gmel.

MORPH. EXT. — Herbes rampant dans les marécages ou nageant dans les eaux courantes, à feuilles ovales ou arrondies, cordiformes, parfois peltées à bord entier ou faiblement lobé, isolées ou quelquefois rapprochées par deux sous l'inflorescence. Fleurs jaunes ou blanches, 5-mères, quelquefois dioïques, isolées ou disposées en fascicules de nature tout à fait spéciale. Calice à divisions lancéolées; corolle à tube très court, presque rotacée, à lobes valvaires, à bords infléchis, nus ou frangés. Étamines insérées à la base du tube ou aux sinus; anthères étroites, mobiles, sagittées; il existe parfois à la gorge de la corolle des écailles épipétales. Ovaire uniloculaire à placentas peu saillants, avec un faible disque glanduleux à la base; style très variable, surmonté d'un stigmate à deux larges lobes, souvent pétaloïdes. Capsule ovale ou allongée, indéhiscence ou s'ouvrant par une fente irrégulière. Graines en nombre très variable, parfois aplaties et ailées, à tégument crustacé, lisse ou chagriné, couvert de poils, de tubercules ou de faibles aiguillons.

HAB. — Environ 20 espèces des régions tropicales et subtropicales du globe.

ESPÈCES ÉTUDIÉES. — SECTION I : *Waldschmidtia* Wigg. : *L. Nymphoides* Link. — SECTION II : *Nympheanthe* Gr. : *L. cristatum* (Roxb.) Gr., *L. indicum* (L.) Thw., *L. Forbezanum* Gr., *L. Thunbergianum* Gr., *L. crenatum* F. v. M., *L. lacunosum* (Vent.) Gr., *L. geminatum* (R. Br.) Gr., *L. Humboldtianum* (H. B. K.) Gr., *L. exiliflorum* F. v. M., *L. Kleinianum* Gr., *L. Wightianum* Gr., *L. exiguum* F. v. M., *L. hydrocharoides* F. v. M.

MORPH. INT. — SECT. I. — *L. Nymphoides*. — *Racine*. — Assise subéreuse externe tannifère; zone externe de l'écorce très lacuneuse, zone interne à cellules plus petites en files radiales assez régulières; endoderme à plissements latéraux très visibles. Péricycle à une seule assise et contre lequel s'appuient 6 faisceaux libériens et ligneux, sans formations secondaires; moelle parenchymateuse peu développée. Quelques vaisseaux sont parfois obstrués par une matière gomme-résineuse brunâtre.

Rhizome. — Épiderme un peu subérifié; parenchyme cortical avec de larges lacunes aérifères, séparées par une seule rangée de cellules ovoïdes, transformées çà et là en sclérites rameux lisses (fig. 9, Pl. VII). Endoderme contenant une assez forte proportion d'amidon. Péricycle assez épais; anneau libéroligneux à peu près complet, avec très peu de tissu secondaire, et un parenchyme rarement scléreux.

Le liber normal est pauvre en tubes criblés, et le parenchyme conducteur situé à la pointe des faisceaux est bien développé, et présente les caractères du parenchyme libérien; il se produit souvent dans ce dernier des lacunes irrégulières (fig. 5, Pl. IX), dont la paroi se lignifie comme dans les faisceaux du *Menyanthes*.

Hampe florale. — Elle présente les caractères d'une véritable tige, jusqu'au niveau d'insertion du fascicule floral. Les faisceaux libéroligneux sont disjoints, munis d'un endoderme propre, et courent dans le parenchyme sans se réunir en cylindre central; il n'existe donc pas de moelle. Ces faisceaux se divisent dans un espace excessivement court, pour se rendre dans les pédoncules floraux. Ceux-ci, comme on le sait, prennent naissance au même niveau, et présentent une structure tout à fait analogue à celle de la tige.

Pétiole. — Le plus généralement, les pétioles sont excessivement longs; ils naissent sur le rhizome, et viennent se terminer par une feuille nageante. A l'extrémité de la hampe florale, il existe aussi une feuille dont le pétiole paraît continuer la tige, l'inflorescence étant rejetée latéralement. Ce pétiole possède la même structure que ses voisins, et l'on doit considérer la feuille qui le termine comme la bractée axillaire de l'inflorescence. Le système fasciculaire du pétiole est disjoint, comme celui de la tige, mais la symétrie bilatérale y est accusée nettement (fig. 2, Pl. VII); les sclérites sont très nombreux, surtout si la coupe est voisine du point d'insertion de la feuille.

Feuille. — Épiderme supérieur à cuticule mince, à parois peu ondulées; parenchyme chlorophyllien, occupant un tiers de l'épaisseur du mésophylle et peu lacuneux; sclérites peu nombreux. L'épiderme inférieur présente un aspect chagriné, dû à la présence de plages tannifères, que nous avons décrites antérieurement; on n'y rencontre pas de stomates (fig. 28). Le limbe porte, à l'extrémité de la nervure médiane et à celle de quelques anastomoses de termi-

naisons de nervures secondaires, des *hydathodes* moins volumineuses que celles des genres voisins, mais avec un épithème très bien différencié et des stomates aquifères à la face supérieure.

Ovaire très volumineux, irrégulièrement déhiscent, avec des placentas très larges et peu saillants. A la maturité, il

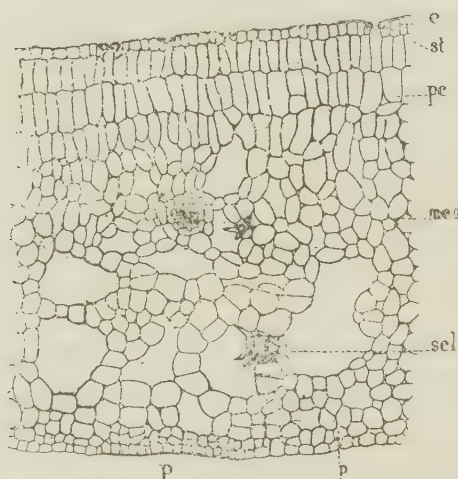


Fig. 28. — Coupe transversale du limbe de la feuille de *Limn. Nymphoides*. — *p*, plage épidermique modifiée.

s'aplatit et donne une capsule charnue, épaisse, remplie de graines aplaties, ailées (fig. 1, 2, 3, 4, 5, Pl. VIII), possédant un faisceau vasculaire, qui fait le tour de la graine; certaines cellules du tégument sont prolongées en poils assez longs unicellulaires, qui donnent une apparence ciliée aux graines toujours aplaties par pression réciproque (fig. 5, 11, Pl. VIII).

SECT. II. — Nymphæanthe. — Racine. — Écorce à cellules toutes disposées en files radiales; péricycle simple; 4-6 faisceaux libériens et ligneux.

Tige. — La tige souterraine est analogue à celle du précédent, mais la tige aérienne ou hampe florale diffère un peu. Elle a d'ailleurs été décrite plus haut, de même que celle du pétiole.

Feuille. — Épiderme toujours glabre et lisse, avec nombreux stomates à la face supérieure. Les plages modifiées se rencontrent dans toutes les espèces, à des degrés de différenciation variables; les sclérites ne diffèrent que par la grosseur du corps et la longueur de leurs ramifications.

Liparophyllum Hook.

MORPH. EXT. — Petite plante herbacée rampante, formant une sorte de gazon, à feuilles linéaires, entières, un peu charnues. Fleurs 5-mères, très petites, isolées, axillaires; calice à divisions linéaires; corolle presque rotacée avec des lobes indupliqués, à préfloraison valvaire. Étamines sagittées, insérées dans les sinus des lobes; ovaire uniloculaire avec un court style et un stigmate bilobé. Fruit sphérique indéhiscant, charnu. Graines lenticulaires à tégument dur, crustacé.

HAB. — 1 espèce des bords des lacs des régions montagneuses de la Tasmanie et de la Nouvelle-Zélande : *Lip. Gunnii*.

MORPH. INT. — Cette plante présente une souche courte, très petite, d'où partent quelques feuilles. Pétiole dont les faisceaux sont coalescents au centre; feuille linéaire assez épaisse, à tissu palissadique serré. Stomates aux deux faces.

TROISIÈME PARTIE

SYNTHÈSE DES RÉSULTATS

CHAPITRE PREMIER

RÉSUMÉ DES CARACTÈRES ANATOMIQUES GÉNÉRAUX DES GENTIANACÉES.

§ 1^{er}. — Gentianoïdées.

Racine. — Structure primaire presque toujours *binaire*; *écorce caduque* jusqu'à l'*endoderme*, qui persiste généralement. Les cellules primitives de ce dernier épaississent leur paroi, s'allongent tangentiellement et prennent un nombre variable de *cloisons radiales secondaires*. *Liber* parenchymateux avec de petits îlots épars de fins tubes criblés, d'une grande épaisseur dans les racines tuberculeuses de certains *Gentiana* ou *Sweertia*.

Bois entièrement lignifié dans les petites racines; souvent il subsiste des amas de parenchyme mou muni de tubes criblés vers la partie centrale; ou bien, dans les grosses racines, les vaisseaux sont seuls lignifiés et le reste du parenchyme contient de *nombreux fascicules criblés intraligneux* (xylème criblé).

Tige. — *Épiderme* à cuticule toujours épaisse, lisse ou striée, parfois soulevée en *papilles courtes*, plus ou moins coniques, striées, et très rarement cloisonnées comme des poils. *Écorce* toujours primaire, lacuneuse, dont les parois se gélifient plus ou moins, ou subissent la transformation cornée. *Endoderme* à épaississements visibles, souvent imprégné de tannin.

Tissu mécanique cortical nul, sauf chez les Héliées et Tachiinées, où l'on rencontre d'ordinaire quelques cellules scléreuses corticales, ou quelques fibres péricycliques. *Liber* réduit généralement à un petit nombre d'assises de parenchyme, contenant des amas isolés de fins tubes criblés, qui parfois représentent seuls la région libérienne. *Bois* toujours très compact sans rayons médullaires, excepté chez plusieurs espèces d'Héliées et Tachiinées; il présente deux zones distinctes : l'extérieure scléreuse et surtout mécanique, l'intérieure vasculaire. La zone parenchymateuse adjacente au bois du côté de la moelle renferme de nombreux amas de tubes criblés surnuméraires, qui constituent, avec la zone interne du bois, la région véritablement conductrice de la tige. *Moelle* presque toujours résorbée au centre après la floraison; elle renferme souvent, pendant la jeunesse de la plante, des *fascicules criblés* ou même des *fascicules cribro-vasculaires* isolés.

Feuille. — *Épiderme supérieur* à cuticule épaisse, ridée ou striée, à parois recticurvilignes ou peu ondulées, avec pas ou peu de stomates, et fréquemment soulevées en papilles courtes, coniques, très rarement allongées en poils à 1-2 cloisons. *Épiderme inférieur* très ondulé, avec des stomates entourés de 3-4 cellules, dont 2 ou 3 plus petites, plus ou moins parallèles à l'ostiole.

Mésophylle lacuneux, à cellules arrondies ou irrégulièrement rameuses, bifacial ou à peu près homogène.

Calice et *corolle* munis de nectaires de forme variable, avec des épidermes fréquemment papilleux.

Anthères dont les parois sont le plus souvent constituées par du tissu mécanique, d'où les torsions fréquemment subies par ces organes après l'anthèse.

Ovaire à placentation pariétale, à déhiscence septicide, toujours uniloculaire, sauf chez quelques espèces de certains genres où les placentas forment une fausse cloison qui porte les ovules en sa partie centrale.

Ovules anatropes, horizontaux ou peu obliques, unitégus-

mentés, à funicule court, donnant des *graines* presque toujours arrondies, quelquefois lenticulaires par pression réciproque, à tégument crustacé, ridé, réticulé, dont les ornements prennent une apparence alvéolée ou mamelonnée. Toujours de l'albumen et un petit embryon droit.

Mucilage pectique. — Abondant dans la racine, le parenchyme cortical et la feuille.

Tannin très rarement localisé dans des cellules spéciales ; on peut le caractériser fréquemment dans l'endoderme ou l'assise sous-épidermique.

Oxalate de calcium en sable cristallin très fin, épars çà et là dans les cellules des divers parenchymes. Quelquefois le microscope permet de déceler de très petits octaèdres, ou de courts prismes droits isolés, ou même de petits paquets de fins prismes aciculaires, situés dans des cellules un peu mucilagineuses. L'étude de ce sable nécessite l'emploi de la lumière polarisée, car il est souvent impossible de le distinguer des plastides environnants, et ce n'est que très exceptionnellement qu'on le rencontre localisé dans des cellules spéciales, analogues à celles des Solanées.

La répartition de ce sable d'oxalate de calcium ne possède aucune valeur taxinomique. On le rencontre dans tous les genres, en quantité extrêmement variable suivant les espèces et probablement aussi selon les conditions d'existence de ces dernières.

Barodin a signalé l'absence de ces cristaux dans le sous-genre *Gentianella* ; mais nos recherches infirment cette assertion ; ce caractère ne saurait être invoqué pour la division du genre *Gentiana*.

§ 2. — Ményanthoïdées.

Racine. — Faisceaux libériens et ligneux assez nombreux, jamais de formations secondaires ; écorce primaire à éléments arrondis, avec des lacunes irrégulières ; généralement pas de sclérites.

Tige. — Écorce avec de larges lacunes aérifères; faisceaux libéroligneux isolés ou réunis par du sclérenchyme, et présentant un accroissement secondaire très net; ils sont souvent protégés par des paquets de fibres très épaisses. Dans la plupart des espèces à feuilles nageantes (*Limnanthemum*), les faisceaux sont isolés dans le parenchyme, ramifiés et jamais réunis en cylindre central; nous avons vu que l'on considère cette anomalie de structure comme une adaptation de la plante à la vie aquatique.

Pétiole. — *Structure fasciculaire disjointe*, sauf chez les espèces à feuilles nageantes, dont le système conducteur présente la même disposition que dans la tige. On retrouve cependant d'une façon suffisamment nette la symétrie bilatérale.

Pédoncule floral. — Même structure que la tige, sauf chez les *Limnanthemum*, où l'on voit se reformer une sorte de cylindre central, par coalescence des faisceaux médians; il persiste généralement quelques petits faisceaux isolés vers la périphérie.

Feuille. — *Épiderme* lisse, parfois un peu mamelonné dans les espèces à feuilles dressées. *Stomates* aux deux faces, ou simplement à la face supérieure dans les espèces nageantes, entourés de 4-6 cellules aussi grandes que celles qui les avoisinent. Toutes les feuilles des Ményanthoïdées sont munies d'*hydathodes avec épithème et stomates aquifères*; on trouve de plus, à la face inférieure des feuilles des *Limnanthemum*, des plages épidermiques de cellules à parois rectilignes, et à contenu tannifère, dont le rôle est inconnu. Ce sont peut-être de simples réflecteurs de lumière. La feuille est l'organe de ces plantes qui contient le plus de *sclérites rameux, toujours lisses*, dont les branches sont surtout dirigées verticalement dans les lacunes. Ces sclérites abondent d'ordinaire autour des terminaisons vasculaires et à l'extrémité des pétioles, vers la base du limbe; ce sont les organes de défense de ces plantes marécageuses contre l'aplatissement de leurs tissus sous l'influence de la moindre dessiccation.

On ne rencontre jamais d'*Oxalate de calcium* chez les Ményanthoïdées.

CHAPITRE II

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES ANATOMIQUES ET BIOLOGIQUES.

§ 1^{er}. — Gentianoïdées.

Un des faits les plus intéressants à signaler dans l'anatomie de cette sous-famille est, sans contredit, *la présence du tissu criblé en dehors de la région libérienne normale*. On rencontre ce tissu : 1° au milieu du parenchyme ligneux de la racine, quand le bois de celle-ci n'est pas entièrement lignifié ; 2° dans toutes les tiges sans exception ; il est alors disposé en fascicules plus ou moins volumineux à la périphérie de la moelle au voisinage des trachées primaires ; 3° souvent sous forme d'îlots épars au milieu du tissu médullaire, quand celui-ci n'est pas résorbé ; 4° en petits amas inclus dans le bois de la tige, chez certaines espèces.

L'aspect du tissu libérien des Gentianoïdées est tout à fait constant ; ce sont toujours des amas de tubes criblés très étroits, plus petits que les cellules parenchymateuses avoisinantes, et provenant de foyers de multiplication localisés dans quelques-unes de ces dernières.

Les fascicules criblés intraligneux (xylème criblé de Chodat) prennent toujours naissance par la division ultérieure d'une ou plusieurs cellules issues normalement du cambium ; ils sont très abondants, surtout dans les grosses racines tuberculeuses de certains *Gentiana*, *Sweetia*, etc., et dans la tige des *Chironia*, *Orphium*, *Ixanthus*, etc. Ils ne résultent jamais du fonctionnement anormal du cambium, et ne peuvent pas non plus être comparés à ceux des *Strychnos*.

La structure du cylindre central de la tige des Gentianoïdées est parfaitement comparable dans tous les genres. L'écorce conserve toujours la structure primaire ; elle est

plus ou moins lacuneuse et formée de cellules à parois souvent mucilagineuses ou cornées. Le liber n'est généralement qu'une mince lame de tissu parenchymateux, dans laquelle on distingue çà et là des petits amas de tubes criblés très étroits, et il n'est pas rare de voir ce tissu réduit à ces seuls tubes criblés adossés du côté externe à l'endoderme, la lignification ayant atteint toute la région qui les entoure.

Nous avons insisté, dès la première partie de ce travail, sur la différenciation des éléments conducteurs dans le méristème terminal de la tige. Rappelons simplement que les tubes criblés naissent simultanément à la partie externe et interne de la bande de tissu procambial situé entre les zones corticale et médullaire. Les trachées se différencient ensuite, pendant que le reste du tissu se cloisonne tangentiellement; tout le parenchyme issu du fonctionnement de ce méristème donne d'abord peu à peu des vaisseaux secondaires à côté des trachées, puis il se lignifie brusquement, jusqu'aux amas de tubes criblés externes, et se transforme surtout en sclérenchyme ligneux.

L'anneau ligneux ainsi obtenu est donc surtout vasculaire dans la région interne, composé presque tout entier de sclérenchyme dans sa région externe. Il ne possède pas de rayons médullaires, et, de plus, il est compris entre deux bandes de tissu criblé, l'une généralement très réduite représentant le liber normal; l'autre composée d'amas souvent nombreux et volumineux, constitués par les tubes criblés périmédullaires.

L'absence de tout tissu de soutien dans l'écorce ou le péricycle se compense par la lignification profonde de la zone ligneuse extérieure dont le rôle est certainement surtout mécanique; il n'est dès lors pas étonnant de constater un développement plus considérable des amas criblés intérieurs au bois.

Les trachées primaires sont presque toujours dégagées de l'anneau ligneux compact, et constituent, avec les tubes

criblés pérимédullaires, la partie réellement conductrice de la tige.

Néanmoins, nous avons vu que l'on rencontre aussi fréquemment des fascicules criblés au centre de la moelle, et que parfois même il s'y surajoute des trachées, qui font de ces formations complémentaires de véritables fascicules cribro-vasculaires.

Mais il est à remarquer que les plantes qui nous occupent deviennent fistuleuses aussitôt après la floraison; toute la partie centrale médullaire se résorbe et avec elle disparaissent les formations conductrices surnuméraires. Ces dernières ne sont donc que temporaires, et l'on peut admettre que leur rôle consiste à compléter le système conducteur normal, pour permettre à ces plantes des hautes montagnes d'évoluer le plus rapidement possible. En effet, la belle saison des régions qu'elles habitent dure à peine quelques mois. Les conditions physiques d'existence sont sans aucun doute le plus grand facteur de cette particularité anatomique, et l'on doit remarquer que ces tubes criblés, chargés d'assurer la nutrition de la plante, sont parfaitement préservés par le sclérenchyme ligneux externe contre les variations brusques de la température.

Les formations conductrices surnuméraires consistent donc principalement en amas de tubes criblés, plus rarement en amas cribro-vasculaires. De ces formations, les unes peuvent être considérées comme *nécessaires*: ce sont les îlots de tubes criblés pérимédullaires; les autres, dont l'existence est *temporaire*, ne sont utiles à la plante que jusqu'à la floraison; elles disparaissent par la résorption du tissu central de la moelle.

La réduction de la zone libérienne extérieure est surtout très grande dans les pédoncules floraux. Elle atteint son maximum dans la tige des espèces saprophytes sans chlorophylle (*Leiphaimées*, etc.). Chez certaines d'entre elles, en effet, le tissu conducteur se réduit à quelques amas cribro-vasculaires, situés à l'intérieur d'un anneau

scléreux à éléments ponctués, adossé à l'endoderme.

La feuille est remarquable par l'absence de poils et par son mésophylle toujours très lacuneux, et souvent à peu près homogène. Malgré les nombreux échantillons d'espèces diverses examinés, il nous a été impossible de trouver une relation entre les conditions physiques et la production de tissu palissadique. Des *Gentianes* du groupe *Acaulis* par exemple, croissant depuis plusieurs années dans des plaines, nous ont montré une structure tout à fait analogue à celles des montagnes.

La cuticule est généralement lisse ou striée, mais souvent la paroi des cellules épidermiques se soulève en une sorte de papille plus ou moins conique, presque toujours très peu élevée. Ces productions papilleuses sont surtout développées dans les *Gentianées* de l'Himalaya et du centre de la Chine; chez quelques *Sweetia*, l'*Orphium frutescens*, etc., elles peuvent atteindre une assez forte dimension et prendre 1-2 cloisons transversales, qui en font alors de véritables poils.

Le parenchyme foliaire est souvent mucilagineux, et d'ordinaire la membrane des cellules est très gonflable par l'eau. Ce mucilage pectosique est assez facile à mettre en évidence (fig. 3, Pl. II et III) par les réactifs ordinaires, même dans certaines espèces européennes (*G. pyrenaica*, *bavarica*, etc.); dans les *Gentianées* de la Chine, il existe en proportion considérable et rend souvent l'étude des échantillons d'herbier à peu près impossible.

D'autres fois, le parenchyme situé sur les bords du limbe devient transparent et corné, sans plastides à l'intérieur des cellules (sect. *Chondrophylla* du genre *Gentiana*). Cette gélification et cette transformation cornée ou cartilagineuse constituent vraisemblablement un moyen de protection à la feuille contre le froid ou les brusques variations de température.

L'ovaire est uniloculaire avec des placentas extrêmement variables, mais il présente souvent une modification pro-

fonde de son épiderme extérieur, qui se transforme en une assise glanduleuse particulière. Nous pensons que l'on peut rapprocher cette formation des productions nectarifères septales, étudiées récemment par M. Schniewind-Thies (1) chez les Monocotylédones. Cette différenciation des cellules épidermiques serait due à l'accolement intime du tube de la corolle avec la paroi ovarienne ; elle est très facile à étudier chez les *Chlora* et se rencontre dans un grand nombre de genres (fig. 21).

§ 2. — Ményanthoïdées.

L'étude qui précède nous montre qu'il faut séparer nettement ce groupe des Gentianées terrestres. Il n'existe plus chez elles de tubes criblés extralibériens ; les faisceaux libéroligneux sont disjoints dans le cylindre central et possèdent la structure ordinaire des Dicotylédones. Le tissu de soutien est représenté par des amas de fibres péricycliques et de fibres médullaires coiffant les faisceaux. Les tubes criblés sont larges et répartis sans ordre dans le liber ; on ne rencontre plus chez ce dernier les petits îlots épars de fins tubes criblés si caractéristiques du liber des Gentianoïdées.

Il faut cependant signaler, à la pointe des faisceaux conducteurs, l'existence d'un amas de parenchyme présentant la structure du parenchyme libérien, mais dépourvu de tubes criblés. Nous savons que Vesque considère cette formation comme l'équivalent des fascicules criblés périmédullaires des espèces terrestres de la famille. L'existence constante de ce parenchyme conducteur est le seul argument que l'on puisse invoquer en faveur de cette opinion ; cependant, il nous paraît extraordinaire que, dans aucune des espèces de cette sous-famille, on ne puisse signaler quelques détails de structure permettant de les rattacher anatomiquement aux Gentianoïdées.

(1) Schniewind-Thies, *Beiträge zur Kenntniss der Septal nectarien*. Iena. Gast. Fischer, 1897.

Toutes ces plantes possèdent les caractères anatomiques généraux des végétaux aquatiques. Toutefois, la course des faisceaux des tiges et pétioles de la plupart des *Limnanthemum* mérite une mention spéciale.

Le cylindre central s'y trouve en effet remplacé par un tissu fondamental très lacuneux, dans lequel courent de nombreux faisceaux, qui se ramifient latéralement et parfois s'anastomosent entre eux. Cette disposition vasculaire peut être considérée comme tout à fait comparable à la ramification des nervures des feuilles ; il nous paraît difficile d'en donner une explication biologique suffisante.

Une autre particularité de la feuille des Ményanthoïdées consiste dans la présence générale d'*hydathodes* avec épithème et stomates aquifères, situées à l'extrémité des nervures principales. On peut considérer, avec Haberlandt, ces productions spéciales comme des organes excréteurs d'eau, ou mieux encore comme des régulateurs de la pression de l'eau dans la plante.

Les sclérites rameux lisses se rencontrent dans les tiges et les feuilles de la majorité des espèces. On admet qu'ils ont pour but de protéger la plante contre la dessiccation. Ils sont surtout nombreux dans le pétiole, vers la base du limbe, et dans la feuille autour des cellules spirales (réservoirs vasiformes) qui coiffent les terminaisons vasculaires des petites nervures.

Rappelons aussi les plages épidermiques modifiées de l'épiderme inférieur de la plupart des *Limnanthemum*, dont le rôle est complètement inconnu ; en coupe transversale, en face de ces plages, les cellules sont plus nombreuses, assez serrées, et la chlorophylle est en plus grande abondance dans les cellules du mésophylle qui se trouvent situées en face d'elles.

Peut-être pourrait-on les comparer à des sortes de lentilles destinées à recevoir les rayons solaires qui pénètrent dans l'eau ambiante, et à les concentrer sur les cellules chlorophylliennes. Un fait biologique vient à l'appui de cette

hypothèse : c'est que les algues parasites ainsi que les animaux qui viennent se fixer à la face inférieure de ces feuilles nageantes se rencontrent toujours sur ces plages. Ajoutons que ces formations peuvent exister sur les pétioles, quelquefois sur les rhizomes et jusque sur l'ovaire.

CHAPITRE III

AFFINITÉS DES GENTIANACÉES.

La famille des Gentianacées a été instituée en 1759 par B. de Jussieu, dans la plantation du jardin de Trianon, sous le nom *Gentianæ*. C'est Dumortier qui lui a donné le nom de *Gentianacées* en 1829. Étudiée depuis par de nombreux botanistes, elle comprend actuellement plus de 60 genres avec 750 espèces environ. Si l'on considère les relations morphologiques de ces plantes, on remarque qu'elles doivent être divisées en deux groupes tout à fait distincts : les *Gentianées* proprement dites et les *Ményanthées*. Ces dernières sont toutes des espèces vivant dans les marécages ou même dans les eaux courantes. Elles s'éloignent des premières par les feuilles isolées, la périgynie plus ou moins accentuée, l'ovaire indéhiscent, la conformation anatomique de leur racine et de leur tige, etc. On pourrait sans inconvénient détacher ce groupe des *Gentianacées*, pour en constituer la famille spéciale des *Ményanthacées*.

Dans tout l'exposé de nos recherches, nous avons toujours décrit séparément chacun des deux groupes, que nous avons considérés, avec Gilg, comme formant deux sous-familles :

1° *Gentianoïdées* (espèces terrestres); 2° *Ményanthoïdées* (espèces aquatiques ou palustres).

Étudions maintenant les affinités des genres dans chacune de ces sous-familles.

§ 1^{er}. — Gentianoïdées.

Les comparaisons morphologiques sont souvent bien impuissantes pour permettre le partage des Gentianoïdées en sections. Dans les diverses classifications successivement proposées par Grisebach, Bentham et Hooker, Baillon, etc., nous pouvons remarquer des différences très considérables dues à ce fait que chacun de ces botanistes accordait une prépondérance trop grande à tel ou tel caractère morphologique. Gilg, plus récemment, a fait entrer dans la systématique de cette famille un nouveau facteur : c'est l'étude de la constitution du grain de pollen. H. Mohl (1) avait déjà décrit la structure du pollen des Gentianes, et Gilg a montré que cette étude microscopique peut donner d'excellents résultats pour la classification de cette famille.

La synthèse des résultats que nous a fournis l'étude anatomique de plus de 250 espèces, prises dans 48 genres, n'infirme en rien la classification de Gilg ; tandis qu'au contraire les autres méthodes rapprochent des espèces anatomiquement très éloignées.

Nous avons essayé de synthétiser les relations génériques en les exprimant par un graphique (p. 285), dans lequel se trouvent réunis les genres de Gentianoïdées que nous avons étudiés.

La tige des Gentianes est caractérisée, comme nous le savons, par une écorce qui reste toujours primaire, sans éléments mécaniques, et un bois très scléreux dans sa partie externe, compact et sans rayons médullaires. Ce caractère est à peu près absolu dans tout le groupe situé en dehors des *Héliées* et *Tachiinées* ; ces deux derniers genres s'éloignent anatomiquement du type *Gentiana* ; le tissu de soutien cortical ou péricyclique est représenté par des cellules scléreuses ou des fibrés. Le bois contient des vaisseaux dans toute son étendue, et les rayons médullaires, bien que très lignifiés,

(1) H. Mohl, in Ann. Sc. nat., 2^e série, III, p. 322.

s'y distinguent facilement. Les *Héliées* sont surtout caractérisées par leur pollen en tétrades.

Les *Rusbyanthées*, créées par Gilg, sont représentées par une seule espèce, que ses caractères anatomiques éloignent beaucoup des Gentianées; elle ne se rattache aux *Exacum* que par l'ovaire nettement biloculaire; mais nous avons déjà démontré le peu de valeur taxinomique de ce caractère, variable pour chaque genre et parfois même pour une seule espèce. En revanche, le liber ne montre jamais les petits îlots de fins tubes criblés si caractéristiques du reste de la famille; dans cette plante, les tubes criblés sont, comme d'ordinaire, isolés dans le parenchyme. Le pollen ne présente pas de bandes d'amincissement de l'exine.

La présence de sable cristallin d'oxalate de calcium en grains isolés et la forme des stomates rapprochent ce *Rusbyanthus* des Gentianoïdées; mais nous devons le considérer comme le genre le plus éloigné du type normal et reliant ces dernières, soit aux Solanées, soit aux Strychnées par les Spigéliées.

Les *Ixanthus* et *Crawfordia*, d'ailleurs peu éloignés des *Chironiées* par leurs autres caractères, possèdent comme elles des îlots de tubes criblés intraligneux. Chez les *Crawfordia*, ces îlots sont situés tout à fait à la périphérie du bois, et leur inclusion paraît due à la torsion de la tige de ces plantes volubiles. Chez les autres, les îlots sont profondément inclus; ils correspondent fréquemment à la période automnale, et sont entourés d'éléments fortement lignifiés.

Notre figure schématique montre que le caractère tiré

Fig. 29. — Graphique schématique exprimant les affinités des genres composant la sous-famille des Gentianoïdées.

a. Les cercles correspondant à chaque genre sont de cinq grandeurs différentes suivant l'importance numérique en espèces; du plus petit au plus grand, ils représentent :

1° De 1 à 10 espèces; 2° de 10 à 25 espèces; 3° de 25 à 50 espèces; 4° de 50 à 100 espèces; 5° au delà de 100 espèces.

b. Les traits droits unissant les cercles indiquent des relations morphologiques et anatomiques très étroites;

c. Les lignes sinueuses délimitent un ensemble de genres possédant une même particularité morphologique.

du nombre des cellules annexes des stomates ne peut être invoqué dans la systématique des Gentianacées; il en est de même pour la transformation glanduleuse de l'épiderme extérieur de la paroi ovarienne; cette particularité doit s'étendre encore à d'autres genres d'Héliées et de Tachiinées dont nous n'avons pas eu, pour tous les genres, de fleurs en état suffisant pour l'étude.

Le groupe des Saprophytes constitue un ensemble de genres que les caractères anatomiques nous ont fait réunir, mais qui peuvent être rattachés aux autres groupes par leurs relations morphologiques. Cependant, la place des Voyriées et Leiphaïmées n'est pas absolument certaine et la structure anatomique, soumise aux mêmes variations sous l'influence du saprophytisme, ne nous donne à cet égard aucune indication.

Dans toute la tribu des Gentianées, les affinités sont très grandes, et pour émettre une opinion certaine sur la valeur taxinomique des caractères tirés de l'anatomie, il faudrait se livrer à une étude monographique approfondie. Nous avons examiné suffisamment d'échantillons pour répéter qu'un semblable travail ne pourrait peut-être donner de résultats que s'il était répété sur des matériaux de provenances les plus diverses et d'origine parfaitement authentique; on éliminerait de la sorte les chances d'erreur dues aux adaptations locales.

M. de Wettstein a pensé pouvoir exprimer les relations phylogénétiques des Gentianes de la sect. *Endotricha* Fröl. par l'étude de leur aire de dispersion géographique, jointe à celle de leur morphologie comparée. Cette intéressante tentative, nécessitant de longues et minutieuses recherches, peut certainement apporter au botaniste d'excellentes indications, mais ces études de classification spécifique sortent du cadre actuel de notre travail. Signalons cependant le fait curieux de l'absence complète de tout représentant du genre *Gentiana* dans l'Afrique.

On pourrait supposer que ce genre, qui paraît originaire

de l'Asie centrale, s'était répandu au nord de l'Amérique et en Europe; refoulé plus tard par la période glaciaire, il n'aurait pas dépassé la zone méditerranéenne. A l'époque du retrait des glaciers, le genre *Gentiana*, s'adaptant aux nouvelles conditions d'existence, aurait alors donné naissance à la grande quantité de sous-espèces et de variétés dont les caractères sont d'autant moins tranchés qu'elles sont d'origine plus récente.

§ 2. — Ményanthoïdées.

Cette sous-famille, nettement séparée des Gentianoïdées, ne comprend que cinq genres parmi lesquels le genre *Nephrophyllidium*, créé par Gilg, est encore discuté par beaucoup de botanistes. L'espèce unique de ce genre, que nous avons eue sous le nom de *Villarsia crista-galli*, provient d'un envoi du Japon, fait par M. le professeur Ikeno; elle ne possédait pas de fleurs. Au point de vue anatomique, elle se rapproche à la fois du genre *Menyanthes* et de certains *Villarsia*; peut-être, si l'étude anatomique d'autres groupes de plantes aquatiques était bien connue, pourrait-on la rattacher à une autre famille.

Le *Menyanthes trifoliata*, répandu dans tout l'hémisphère boréal, est une espèce à caractères absolument constants, et la phytopaléontologie nous apprend qu'elle est probablement d'origine tertiaire; elle constitue, à notre avis, le type ancestral de ce groupe: Certains *Villarsia* à long rhizome se rapprochent anatomiquement beaucoup du *Menyanthes*; d'autres espèces de ce genre ont des caractères tout à fait analogues à ceux des *Limnanthemum* nageants.

Bien que l'adaptation ait, sans aucun doute, modifié profondément les caractères phylétiques des espèces de Ményanthoïdées, l'anatomie permet néanmoins de rattacher ces espèces les unes aux autres et de les réunir en un groupe bien distinct. On est étonné de n'en trouver aucune dont les caractères rappellent ceux des Gentianées propre-

ment dites ; il est possible que l'on soit plus tard amené à les séparer complètement de celles-ci, soit pour constituer une famille autonome, soit pour les rattacher à un groupe peut-être très éloigné d'elles dans la systématique actuelle.

EXPLICATION DES PLANCHES

PLANCHE I

- Fig. 1. — Coupe transversale de la tige de *Chironia peduncularis*, montrant la formation d'un îlot criblé intraligneux. — *end*, endoderme; *fc*, fascicule criblé non encore inclus. — G = 450 d.
- Fig. 2. — Portion de la moelle de *Gent. pneumonanthe*. — *fc*, fascicule criblé médullaire; *v*, trachées; *cs*, cellule scléreuse. — G = 190 d.
- Fig. 3. — Portion du bois d'*Orphium frutescens*. — *fc*, fascicule criblé intraligneux. — G = 190 d.
- Fig. 4. — Îlot criblé médullaire dans la moelle de la base de la tige de *Gent. cruciata*. — G = 210 d.
- Fig. 5. — Souche de *Sweetia perennis*. — *end*, endoderme; *L*¹, liber primaire; *L*², liber secondaire; *c*, cambium; *fcp*, fascicule criblé périmédullaire. — G = 210 d.
- Fig. 6. — Portion du bois de la racine de *G. lutea*. — *v*, vaisseaux; *pl*, parenchyme ligneux; *fci*, fascicule criblé intraligneux. — G = 210 d.

PLANCHE II

- Fig. 1. — Cellule de l'endoderme de *G. pyrenaica*. — G = 200 d.
- Fig. 2. — Cellule de l'endoderme de *G. ternifolia*. — G = 200 d.
- Fig. 3. — Tige jeune de *G. saxosa*. — *mu*, couche mucilagineuse; *L*, liber; *Ms*, méristème secondaire. — G = 320 d.
- Fig. 4. — Jeune racine terminale de *G. lutea*. — *end*, endoderme. — G = 200 d.
- Fig. 5. — Portion de coupe de racine âgée de *G. scabra*. — *Tc*, tubes criblés; *L*, liber; *C*, cambium; *B*, bois. — G = 320 d.
- Fig. 6. — Tige de *G. papillosa*; *pc*, parenchyme cortical devenu corné; *l*, liber; *b*, bois. — G = 320 d.

PLANCHE III

- Fig. 1. — Feuille de *G. lutea*. — *pc*, parenchyme chlorophyllien. — G = 80 d.
- Fig. 2. — Feuille de *G. pneumonanthe*. — *cr*, cellules rameuses du parenchyme lacuneux. — G = 80 d.
- Fig. 3. — Feuille de *G. pyrenaica*. — *mu*, mucilage. — G = 200 d.
- Fig. 4. — Feuille de *G. Walujewii*. — *cr*, cellules rameuses. — G = 200 d.
- Fig. 5. — Bord du limbe de la feuille de *G. quadrifaria*. — *pc*, parenchyme corné.
- Fig. 6. — Bord corné du limbe de la feuille de *G. albescens*. — *p*, papilles épidermiques. — G = 200 d.

PLANCHE IV

- Fig. 1. — Épiderme supérieur de la feuille de *G. pneumonanthe*. — G = 200 d.
 Fig. 2. — Épiderme supérieur de la feuille de *G. punctata*. — G = 200 d.
 Fig. 3. — Épiderme supérieur de la feuille de *G. lutea*. — G = 200 d.
 Fig. 4. — Épiderme inférieur de la feuille très jeune de *G. coriacea* St Lager. — G = 330 d.
 Fig. 5. — Épiderme inférieur de la feuille de *G. pannonica*. — G = 200 d.
 Fig. 6. — Stomate de *G. vernu*. — G = 280 d.
 Fig. 7. — Épiderme supérieur de *G. utriculosa*. — G = 200 d.
 Fig. 8. — Épiderme supérieur sur le bord du limbe de la feuille de *G. albescens*, montrant, vues de face, les papilles épidermiques. — G = 200 d.
 Fig. 9. — Coupe transversale des cellules épidermiques supérieures de *G. fastigiata*. — G = 200 d.
 Fig. 10. — Coupe transversale de l'épiderme de la tige de *G. rubicunda*. — G = 200 d.
 Fig. 11. — Épiderme de la tige de *G. Thunbergii*. — G = 200 d.
 Fig. 12. — Épiderme de la tige de *G. papillosa*. — G = 200 d.
 Fig. 13. — Épiderme de la tige de *G. fastigiata*. — G = 200 d.
 Fig. 14. — Épiderme de la tige de *G. linoides*. — G = 200 d.
 Fig. 15. — Épiderme supérieur de la feuille de *G. linoides*, montrant les émergences épidermiques vues de face.

PLANCHE V

- Fig. 1. — Tige de l'*Exacum tetragonum*, montrant les ilots criblés inclus à la partie interne de l'anneau ligneux. — *fel*, fascicule criblé du liber; *fcs*, fascicule criblé pérимédullaire; *M*, moelle. — G = 80 d.
 Fig. 2. — Tige jeune d'*Erythræa Centaurium* montrant la différenciation des tubes criblés, *fcs*, dans les éléments parenchymateux qui avoisinent les trachées. — G = 200 d.
 Fig. 3. — Tige de *Microcala filiformis*. — G = 200 d.
 Fig. 4. — Tige de *Cicendia pusilla*. — G = 200 d.
 Fig. 5. — Portion de coupe de racine de *Sweetia connata*, montrant les deux endodermes. — G = 200 d.

PLANCHE VI

- Fig. 1. — Feuille de *Sebæa orata*. — G = 200 d.
 Fig. 2. — Tige de *Sweetia Delavayi*, montrant un parenchyme cortical corné, le liber réduit à quelques ilots de tubes criblés, *fl*, et le bois s'appuyant fréquemment sur l'endoderme, *end*. — G = 200 d.
 Fig. 3. — Feuille de *Microcala filiformis*. — G = 200 d.
 Fig. 4. — Épiderme supérieur de la feuille d'*Exacum macranthum*.
 Fig. 5. — Épiderme supérieur, au bord du limbe foliaire, d'*Halenia sibirica*.
 Fig. 6. — Épiderme supérieur de la feuille d'*Erythræa Centaurium*.
 Fig. 7. — Épiderme supérieur de la feuille de *Sweetia* sp. ? de la Chine.
 Fig. 8. — Épiderme de la tige de la feuille de *Sweetia* sp. ? — G = 200 d.
 Fig. 9. — Coupe de l'épiderme supérieur de la feuille de *Sweetia Griffithsii*.

Fig. 10 et 11. — Poils que l'on peut rencontrer chez l'*Orphium frutescens* et quelques *Sweertia* de la Chine.

PLANCHE VII

- Fig. 1. — Figure schématique montrant la disposition du système fasciculaire dans le pétiole du *Menyanthes trifoliata*.
 Fig. 2. — Figure schématique montrant la disposition du système fasciculaire chez le *Limn. Nymphoides*.
 Fig. 3. — Figure schématique montrant la disposition du système fasciculaire dans la gaine foliaire de *Vill. lasiosperma*.
 Fig. 4. — Figure schématique montrant la disposition du système fasciculaire dans le pétiole de *Vill. lasiosperma*.
 Fig. 5. — Figure schématique montrant la disposition du système fasciculaire dans la tige de *Limn. Humboldtianum*.
 Fig. 6. — Figure schématique montrant la disposition du système fasciculaire dans le pétiole de *Limn. Humboldtianum*.
 Fig. 7. — Figure schématique montrant la disposition du système fasciculaire dans le pédoncule floral de *Limn. Humboldtianum*.
 Fig. 8. — Coupe transversale de la feuille de *Men. trifoliata*.
 Fig. 9. — Parenchyme lacuneux de la tige de *Limn. Nymphoides*.
 Fig. 10. — Épiderme supérieur de la feuille de *Men. trifoliata*.

PLANCHE VIII

- Fig. 1-2. — Coupes schématiques de la graine de *Limn. Nymphoides*.
 Fig. 3. — Terminaison vasculaire dans la feuille de *Vill. parnassifolia*. — *cs*, cellules spiralées (réservoirs vasiformes de Vesque). — G = 220 d.
 Fig. 4. — Coupe schématique de l'ovaire de *Limn. Nymphoides*.
 Fig. 5. — Coupe schématique de la graine de *Limn. Nymphoides*, montrant le faisceau libéroligneux entourant entièrement la graine.
 Fig. 6. — Coupe schématique de l'ovaire de *Men. trifoliata*.
 Fig. 7. — Coupe transversale, passant par l'anneau libéroligneux du rhizome de *Nephrophyllitium crista-galli*. — *sc*, sclérenchyme ; *L*, liber ; *B*, bois ; *ps*, parenchyme conducteur surnuméraire (parenchyme séreux de Vesque).
 Fig. 8. — Tégument âgé de la graine de *Limn. Nymphoides* vu de face.
 Fig. 9. — Tégument jeune de la graine de *Limn. Nymphoides*.
 Fig. 10. — Pédoncule floral de *Limn. Humboldtianum*. Deux faisceaux libéroligneux sont accolés au centre, et un troisième n'est séparé que par 1-2 assises de cellules parenchymateuses. — *fl*, faisceau libéroligneux ; *sc*, sclérite étoilé lisse. — G = 330 d.
 Fig. 11. — Bord de la graine aplatie du *Limn. Nymphoides*. — *fl*, faisceau libéroligneux. — G = 100 d.

PLANCHE IX

- Fig. 1. — Faisceaux libéroligneux accolés au centre de la tige florifère de *Limn. Humboldtianum*. — *L*, liber ; *pcs*, parenchyme conducteur surnuméraire.
 Fig. 2. — Feuille de *Limn. Nymphoides*. — *p*, plage épidermique modifiée. — G = 150 d.

- Fig. 3. — Racine de *Limn. indicum*. — *e*, écorce. — G=80 d.
- Fig. 4. — Épiderme jeune de la feuille de *Menyanthes trifoliata*.
- Fig. 5. — Faisceau libéroligneux de la tige de *Limn. Nymphoides*. — *end*, endoderme; *p*, péricycle; *c*, cambium; *pcs*, parenchyme conducteur sur-numéraire.
- Fig. 6. — Quelques cellules de diaphragmes transversaux de *Limn. lacunosum*, vues de face.
- Fig. 7. — Lacunes aérifères de *Limn. lacunosum* en coupe longitudinale, montrant un diaphragme transversal et les sclérites rameux dont les branches sont orientées longitudinalement.

TABLE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS CE MÉMOIRE

INTRODUCTION.....	104
-------------------	-----

PREMIÈRE PARTIE

Morphologie externe comparée.....	110
Organes végétatifs	110
Organes floraux	112
Morphologie interne comparée.....	117
Racine.....	119
Rhizome. Souche.....	127
Tige aérienne. Pédoncule floral.....	130
Pétiole.....	147
Feuille.....	148
Pièces florales.....	161
Distribution géographique.....	166
Classification.....	167

DEUXIÈME PARTIE

DESCRIPTION ANATOMIQUE DES GENRES.

Gentianoïdées.....	170
<i>Gentianées</i>	170
Exacinées.....	170
Érythræinées.....	176
Chironiinées	194
Gentianinées.....	197
Tachiinées	246
<i>Rusbyanthées</i>	251
<i>Héliées</i>	251
<i>Voyriées</i>	258
<i>Leiphaïmées</i>	259
Ményanthoïdées.....	261

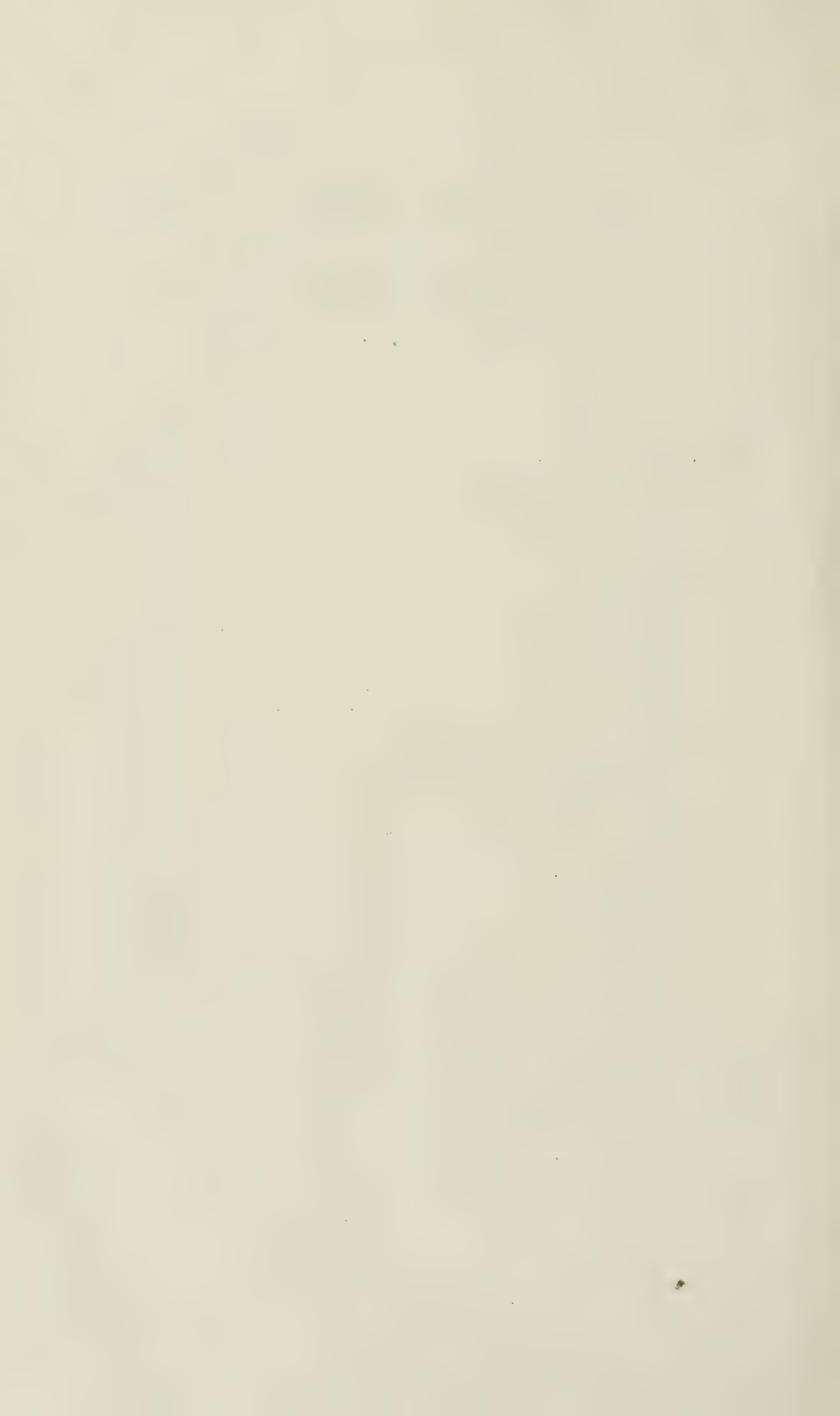
TROISIÈME PARTIE

Synthèse des résultats	272
RÉSUMÉ DES CARACTÈRES ANATOMIQUES GÉNÉRAUX	272
<i>Gentianoïdées</i>	272
<i>Ményanthoïdées</i>	274
CONSIDÉRATIONS ANATOMIQUES ET BIOLOGIQUES	276
<i>Gentianoïdées</i>	276
<i>Ményanthoïdées</i>	280
AFFINITÉS DES GENTIANACÉES	282
<i>Gentianoïdées</i>	283
<i>Ményanthoïdées</i>	287
EXPLICATION DES PLANCHES	289

LISTE ALPHABÉTIQUE

DES ESPÈCES QUI ONT ÉTÉ L'OBJET D'UNE DESCRIPTION
HISTOLOGIQUE SPÉCIALE

<i>Chlora perfoliata</i> (L.) Willd.....	189
— <i>serotina</i> Koch.....	190
<i>Cicendia pusilla</i> (Lam.) Gr.	182
<i>Enicostenoma verticillatum</i> L., Engelm.....	178
<i>Erythraea Centaurium</i> H., Pers.....	185
— <i>maritima</i> Wild.....	188
— <i>ramosissima</i> Pers.....	187
<i>Gentiana alpina</i> Vill.....	224
— <i>asclepiadea</i> L.....	209
— <i>bavarica</i> L.....	226
— <i>Burseri</i> Lapeyr.....	205
— <i>canpestris</i> L.....	232
— <i>ciliata</i> L.....	236
— <i>emigea</i> Saint-Lager.....	224
— <i>erinita</i> Fröl.....	236
— <i>cruciata</i> L.....	216
— <i>Delavayi</i> Franch.....	218
— <i>excisa</i> Presl.....	223
— <i>germanica</i> Willd.....	233
— <i>lutea</i> L.....	201
— <i>navalis</i> L.....	227
— <i>Pannonica</i> Scop.....	206
— <i>pneumonanthe</i> L.....	207
— <i>punctata</i> L.....	205
— <i>purpurea</i> L.....	204
— <i>pyrenaica</i> L.....	220
— <i>savosa</i> Forst.....	228
— <i>tenella</i> Rottb.....	234
— <i>utriculosa</i> L.....	227
— <i>verna</i> L.....	225
<i>Limnanthemum Nymphoides</i> Link.....	268
<i>Menyanthes trifoliata</i> L.....	263
<i>Microcala filiformis</i> L. (Lk.).....	179
<i>Nephrophyllidium crista-galli</i> (Menz.) Gilg.....	262



DEUXIÈME THÈSE

PROPOSITIONS DONNÉES PAR LA FACULTÉ

GÉOLOGIE. — Turonien, Sénonien et Montien du Bassin de Paris.

ZOOLOGIE. — L'œuf ; — les globules polaires et leurs homologues chez les végétaux.

Vu et approuvé : Paris, le 26 Novembre 1898.

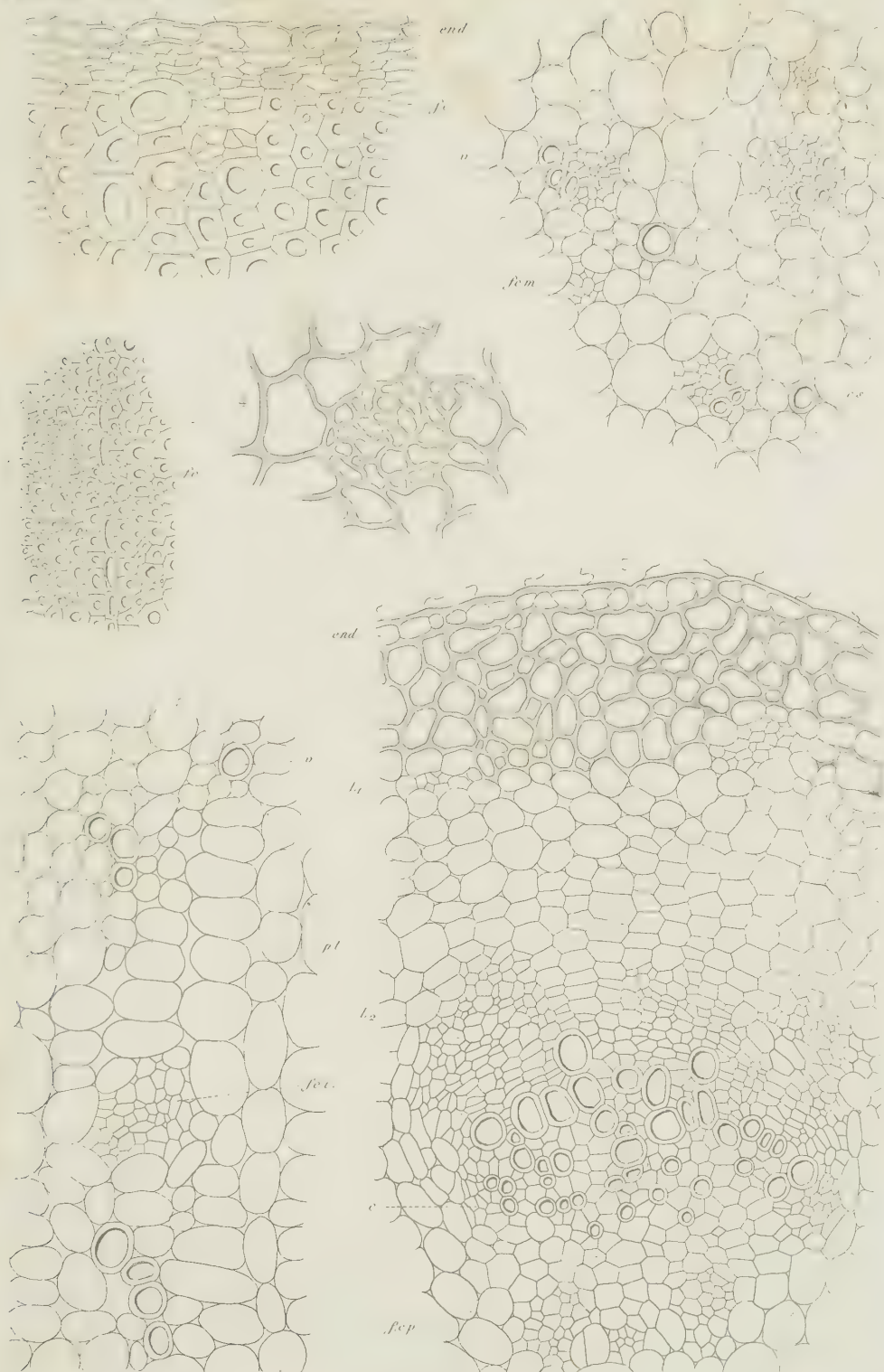
Le Doyen de la Faculté des Sciences,

G. DARBOUX

Vu et permis d'imprimer,

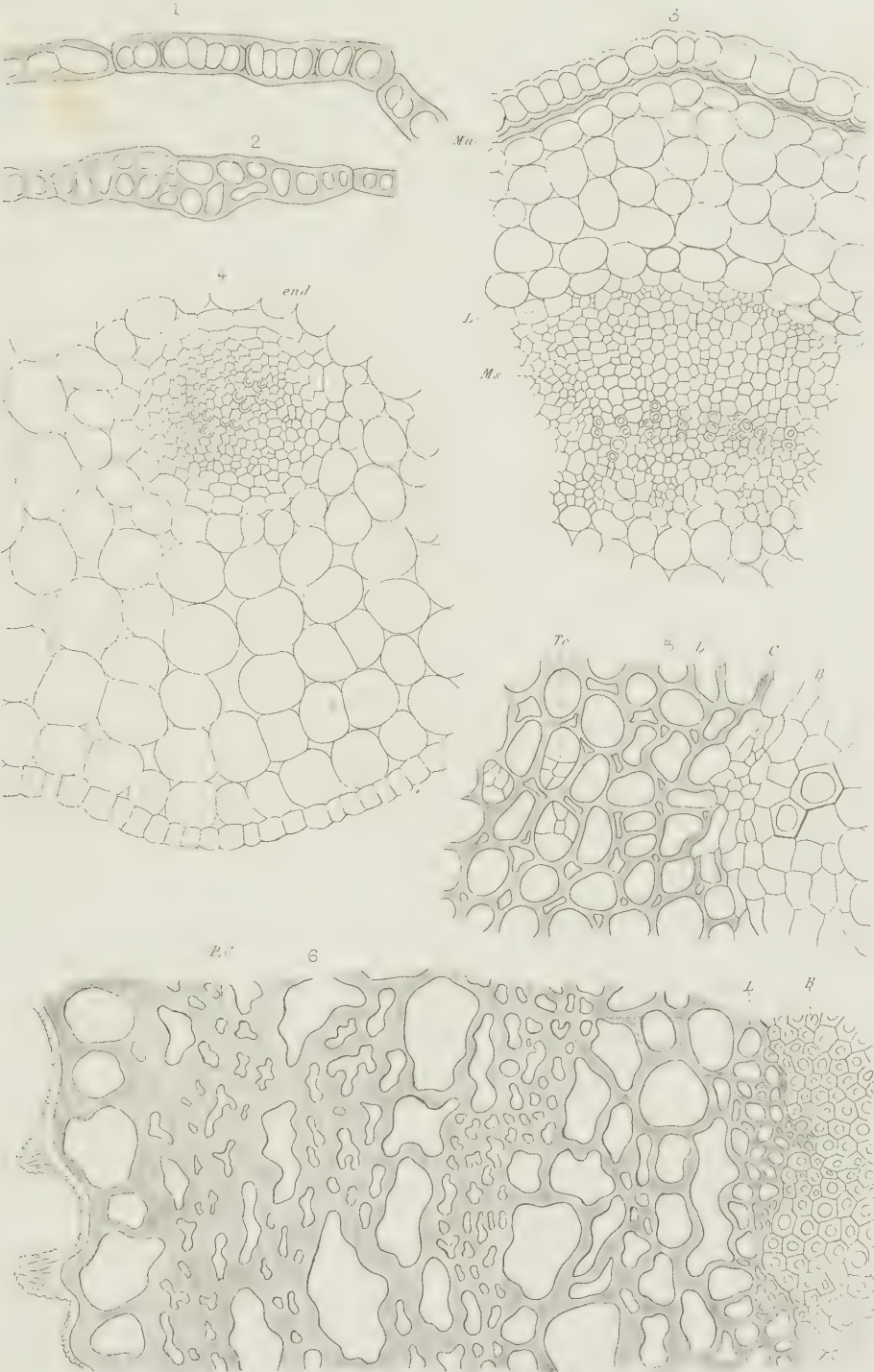
Le Vice-Recteur de l'Académie de Paris,

GRÉARD



E. Perrot del.

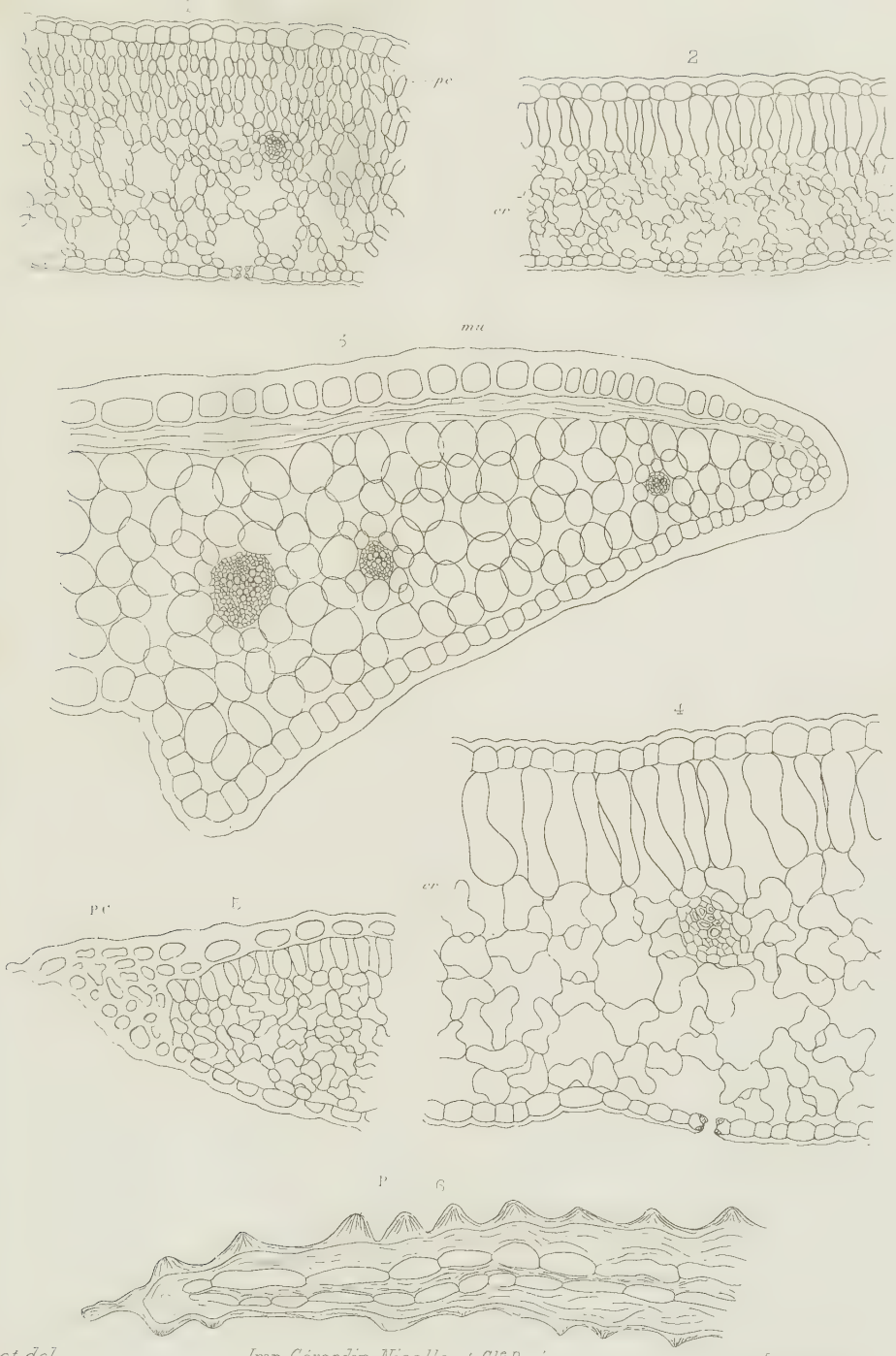
Imp. Gérardin, Nicolle et C^{ie} Paris.



E. Perrot del.

Imp. Gérardin, Nicolle et C^{ie} Paris.

ANATOMIE DES GENTIANACÉES

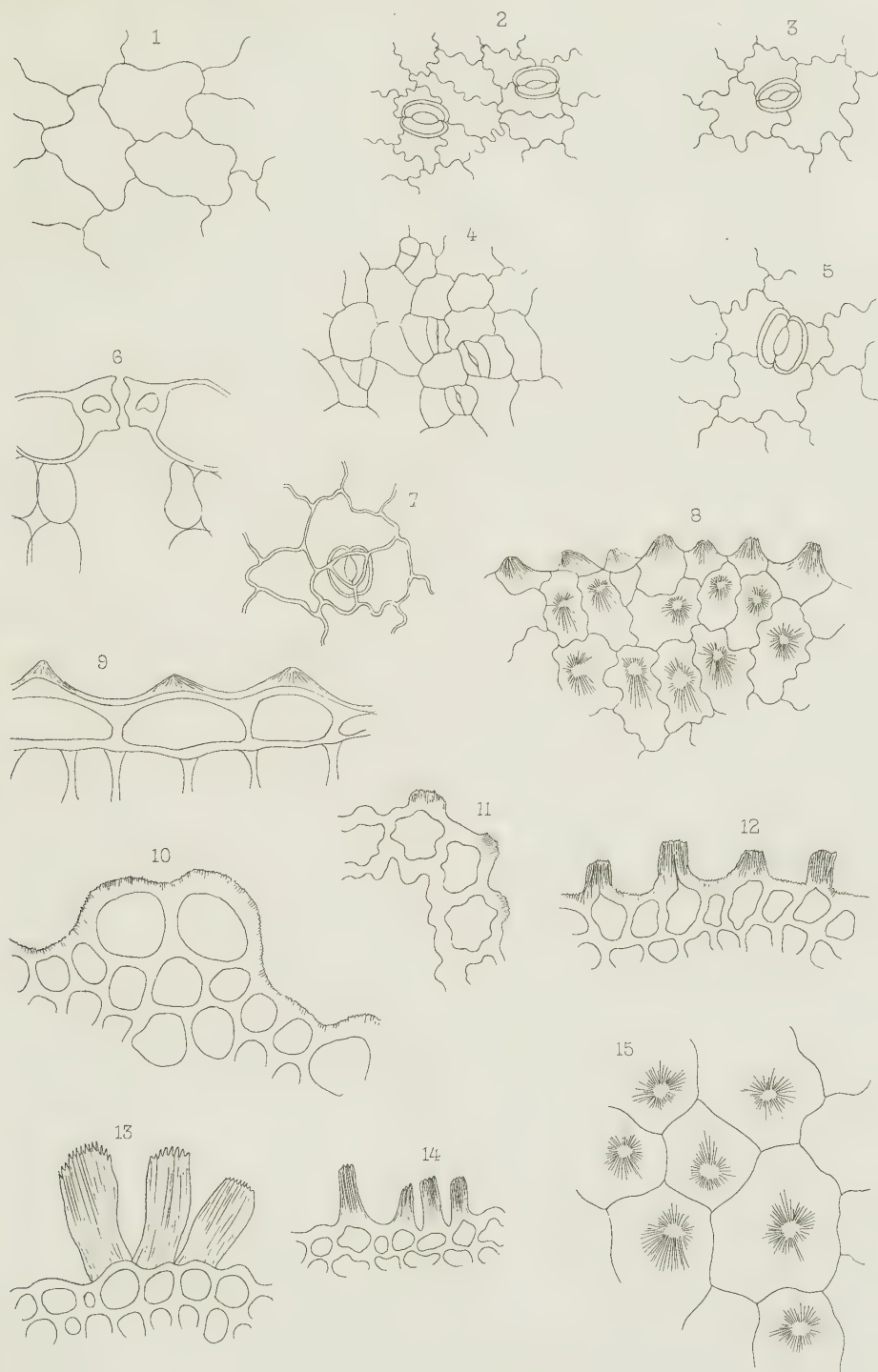


E. Ferrot, del.

Imp. Gérardin, Nicolle et C^{ie} Paris

Fig. 1-6

ANATOMIE DES GENTIANACÉES

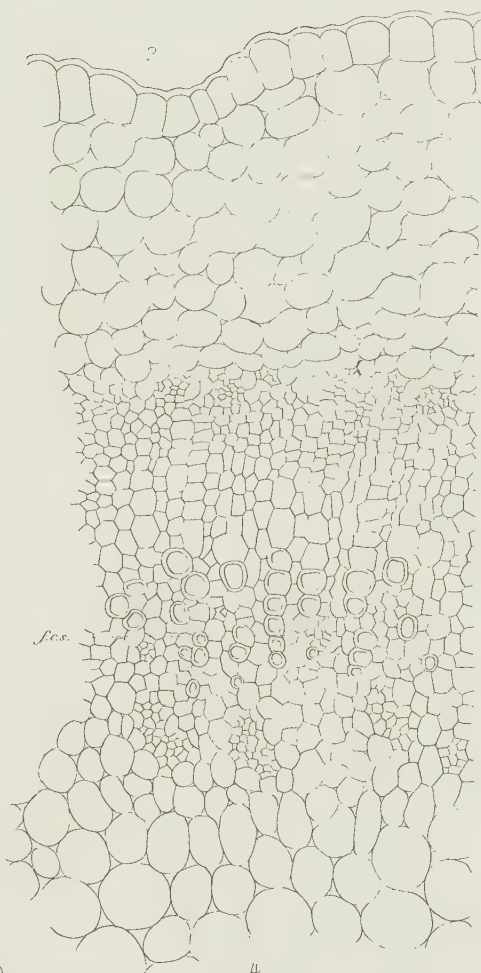
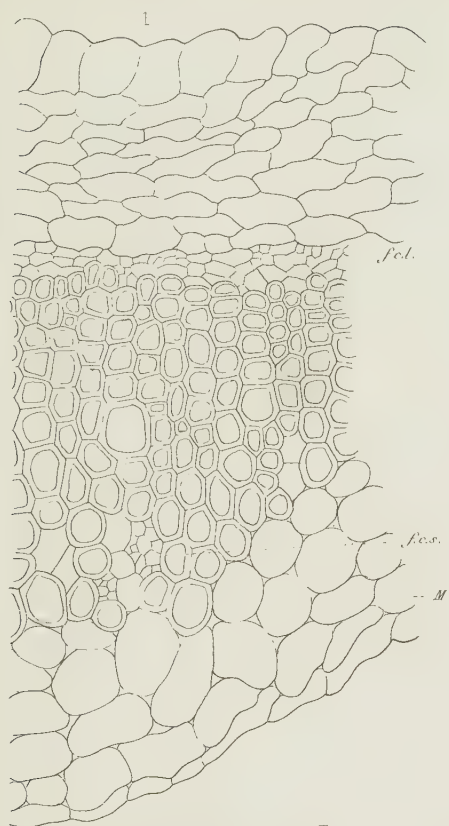


E. Perrot del.

Imp. Gérardin, Nicolle et C^{ie} Paris.

E. Bonard sc.

ANATOMIE DES GENTIANACÉES



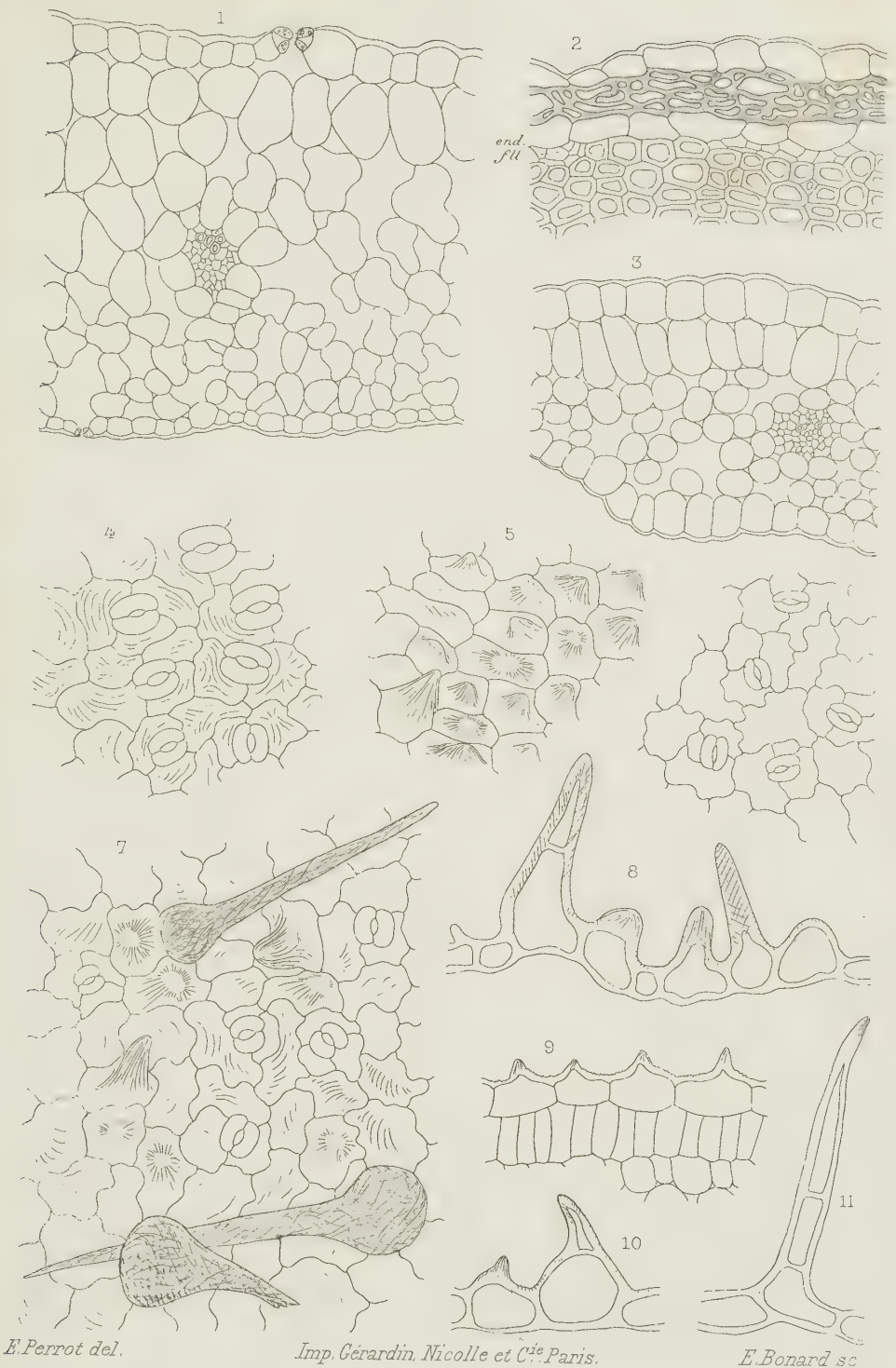
E. Perrot, del.

Imp. Gerardin, Nicolle et C^{ie}. Paris.

E. Bonard, sc

ANATOMIE DES GENTIANACÉES



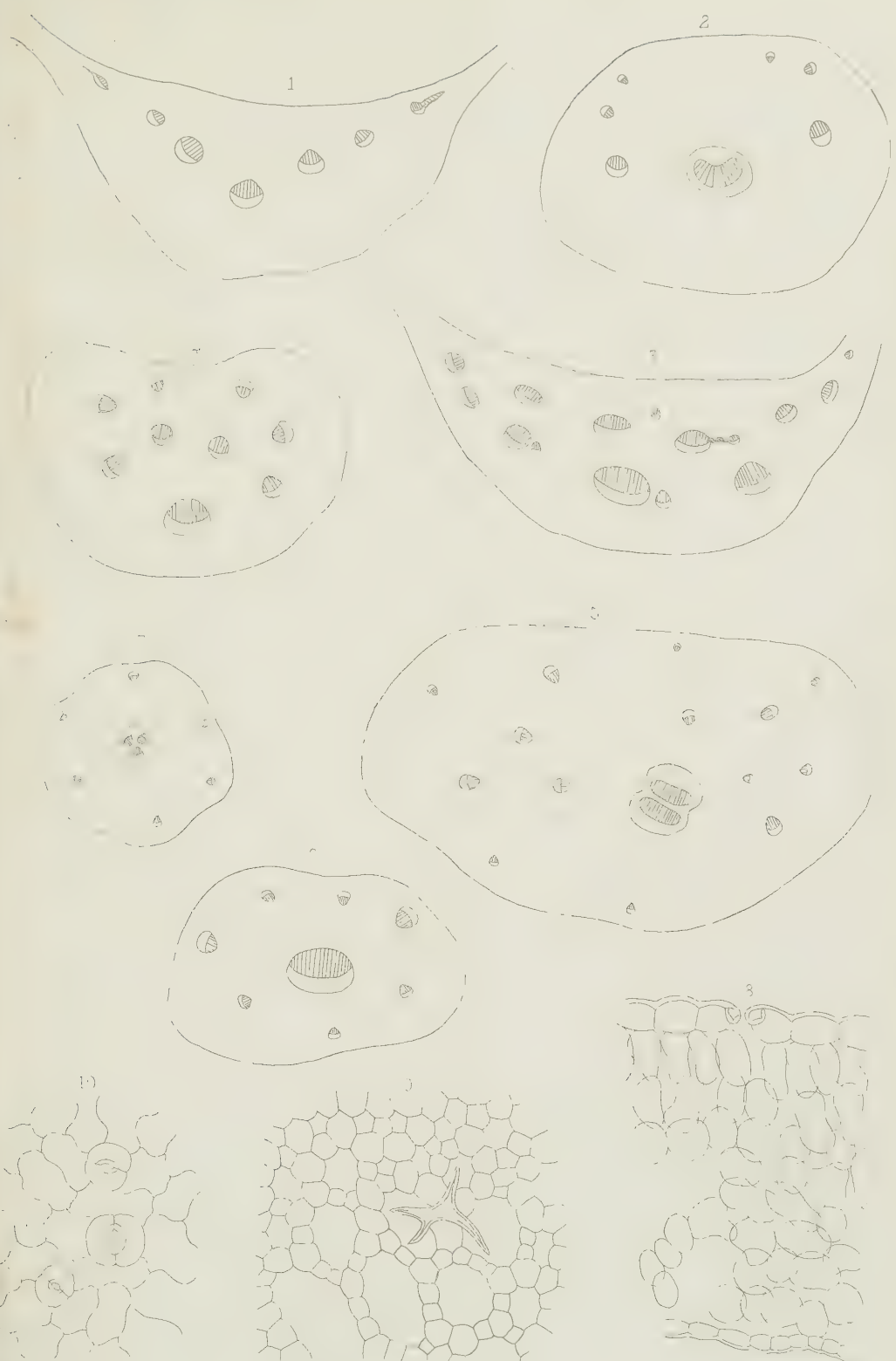


E. Perrot del.

Imp. Cérardin, Nicolle et C^{ie} Paris.

E. Bonard sc

ANATOMIE DES GENTIANACÉES



E. Perrot del.

Imp. Gerardin, Nicolle et C^{ie} Paris.

ANATOMIE DES GENTIANACÉES

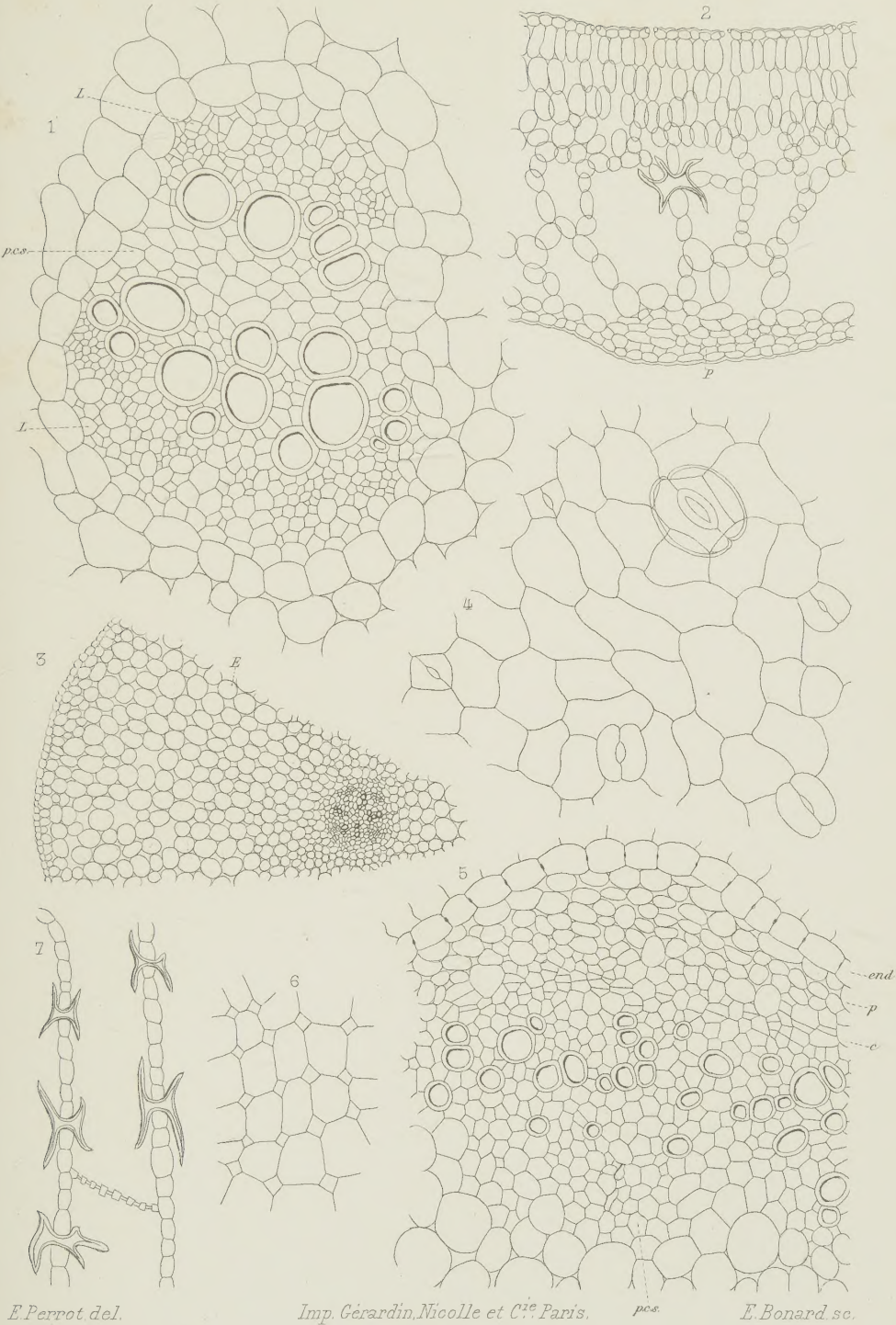


E. Perrot. del.

Imp. Gérardin, Nicolle et C^{ie} Paris.

E. Bonard, sc.

ANATOMIE DES GENTIANACÉES



ANATOMIE DES GENTIANACÉES

